

*Iwona Duma, sworn translator of the English language for the District Court in Warsaw,
2/88 Lachmana Street, 02-786 Warsaw, tel./fax: (22) 855 50 57; mobile: 0 – 608 799 839*

Translation from the Polish language

THE PATENT OFFICE OF THE REPUBLIC OF POLAND

/in the middle of the page the national emblem of the Republic of Poland/

A CERTIFICATE

Advanced Digital Broadcast Ltd.,

Taipei, Taiwan

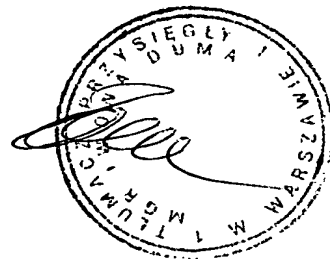
Advanced Digital Broadcast Polska Sp.z o.o.,


Zielona Góra, Poland

on April 14th 2003 submitted to the Patent Office of the Republic of Poland an application for granting a patent for an invention called „**A method of joining a few input MPEG streams into one output transport stream, in MPEG streams processing unit, with concurrent correction of time stamps.**”

The description of the invention, the patent claims and the drawings, which were attached to this certificate, are true copies of the documents, which were submitted together with the application on January 14th 2003.

The application was submitted under the following number: P-359676.





Warsaw, February 11, 2003

on behalf of the President
Jowita Mazur, MA
Specialist

/-/ illegible signature

/in the left hand lower corner of the page the round impressed golden sticker with the national emblem of the Republic of Poland in the middle and the following inscription in the rim: /

PATENT OFFICE

* 1 *

/the content of the sticker impressed at the bottom of each of the pages of the document/

/in the right hand upper corner of the page the following number: /

359676

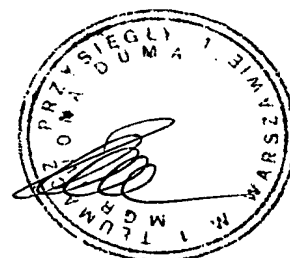
/the number in handwriting: /

4

A method of joining a few input MPEG streams into one output transport stream, in MPEG streams processing unit, with concurrent correction of time stamps.

The object of the invention is a method of joining a few input MPEG streams into one output transport stream, in MPEG stream processing unit, with concurrent correction of time stamps. In this method input streams of MPEG data packets, with different transmission speeds, and with set time stamps of their packets, are delivered to appropriate stream buffers from many asynchronous software sources.

One output transport stream TS (Transport Stream) can include a few television channels.



The ISO/IEC 1318-1 standard defines three time markers included in an MPEG stream (Motion Picture Experts Group).

These time markers are:

- PCR (Program Clock Reference), which defines the expected time of receiving data and is included in the stream in equal time intervals for a given packets group, defining a specific program. PCR marker is broadcasted in the packet header, for example once every thousand of packets;
- PTS (Presentation Time Stamp), which refers to synchronization between the elementary streams, abbreviated as ES (Elementary Stream);
- DTS (Decoding Time Stamp), which defines the decoding time.

2

In the known state of the art, MPEG input stream packets are multiplexed and their time markers are corrected in such a way that their set time markers are deleted and replaced with the time marker values, calculated according to the algorithm detecting and correcting the detected desynchronization. Next, the packets with, thus corrected time markers, are appended appropriately to the output MPEG stream.

There is a device, known from the American patent description US5790543 and a method, used to detect desynchronization, created during the transport of digitally scrambled information, such as packets of data scrambled in MPEG system, and to correct the values of time stamps, according to the detected desynchronization.

The disclosed system reads pairs of values of PCR time markers in the coded TS stream, while each pair of values of PCR time markers presents the expected time of receiving a stream segment, which corresponds to it.

The real time of receiving for a stream segment, corresponding to it, is defined in response to detecting the corresponding values of PCR time markers and a signal of an independent clock.

The expected time of receiving the stream segment is compared to the real reception time in order to define desynchronization in the data packet stream.

Desynchronization is corrected by a combination of techniques of adaptive buffering and a change of PCR time stamps values and correcting values concurrent with the real time of receiving stream segments. The disclosed solution can be implemented in a reception



system or as a part of a network node, which minimizes the effects of changeability of cells delay in ATM network.

The described solution allows performing operation of dividing into segments, detecting and correcting their desynchronization and joining, performed for only one MPEG stream. Moreover it does not ensure a possibility of deleting and/or adding data to the stream.

There is a method, known from a description of a European patent application EP1175109, for measuring the PCR jitter, frequency offset and drift rate measurements with the use of a constant measurement bandwidth

3

over non-uniform PCR arrival times and a variable PCR rate, which includes the following steps:

- measurement of interval between the times of receiving PCR by means of a reference oscillator with asynchronous precision.
- defining a constant band of measurements independently from the frequency of PCR changes, while the defined constant bandwidth of measurement differentiates between the jitter and wander frequencies,
- calculating PCR jitter, frequency offset and changes of clock frequency as a function of interval between the times of PCR reception, PCR values for each time of PCR reception and a defined constant measuring band in the form of a series of difference equations.

The aforementioned series of difference equations derives from hybrid digital-analogue PLL model (Phase Locked Loop) of phase synchronization loop, where desynchronization, frequency offset and changes of clock frequency are extracted from various points of PLL feedback control system.

More precisely, the series of difference equations is derived from approximation of linear filtering for the least mean square (LMS) of the average frequency offset and estimator of the LMS of the averages of clock frequency changes of a simple, second degree time equation for PCR value.

The described solution illustrates the method of conducting error measurements of PCR clocks in a single stream.



Moreover, it is required in this application that the PCR are correct with the tolerance, defined by ISO/IEC 13818-1 standard, thus more serious errors cannot be corrected in it.

There is a transmitter, known from American patent application US2003007518. The aforementioned transmitter includes a multilayer multiplexer, used to generate the output stream with assigned transmission speed, multiplexed from elementary streams with assigned transmission speeds.

In this transmitter the multilayer multiplexer consists of at least the first master multiplexer and the next slave multiplexer. The master multiplexer receives the first elementary stream from the first input and the multiplexed stream from the second input, to which

4

the stream from the slave multiplexer is given from at least the second elementary stream. The master multiplexer includes means for controlling the output transmission speed in order to guarantee defined average data speed as a function of data of elementary streams.

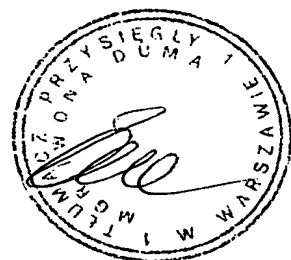
This solution describes how from many elementary streams, abbreviated as ES (Elementary Stream) one transport stream, abbreviated as TS (Transport Stream) can be composed, without correction of PCR time marker, because the input stream is created here from the very beginning.

There is a system of transferring multiplexed MPEG data, known from American patent description US5905732. The system accepts data from a plurality of sources and supplies them, on a packet basis, to a common data stream.

The non-uniform jitter experienced by the packets is defined by subtracting the average delay for packets in a program from the current packet delay.

Packets including PCR markers have their time base deleted, corrected with the calculated non-uniform time delay and placed as a PCR time base of the packet, which is supplied to the common data stream. Only the packets with PCR time values are modified.

There is a multiplexer of MPEG transport streams known from subsequent American patent description US6002687. This solution discloses the method of broadcasting many programs. Each program includes one or many elementary streams, which are scrambled in relation to one common time base, corresponding to a specific program.



The broadcasted programs come from many input transport streams, every one of which includes many transport packets. Each transport packet includes identifier of the packet, defining the data which it contains.

Within every transport stream, unique packet identifiers are assigned to every elementary stream of each program.

Data of each elementary stream are included only in transport packets, which have appropriate packet identifier.

5

Every input transport stream includes a time stamps for reconstructing the time base of a single program, which corresponds to every program transferred in the stream.

The multiplexer contains a module of data linking, which receives many input transport streams. Data linking module also selectively removes the transported packets from the received input transport streams.

The multiplexer contains a forward bus, after which the data linking module selectively sends at least a part of data from transport streams.

The multiplexer selects, which packets, deleted from transport streams, are to be sent by the downstream bus, depending on the identifiers of packets from transport packets.

Moreover, the multiplexer contains also a driver, which links the transport packets sent by downstream bus into a single output transport stream.

In this solution all streams must have a common clock.

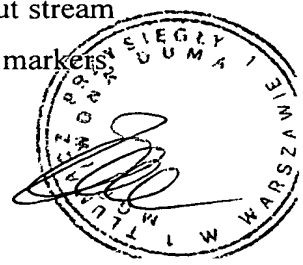
The above presented solutions, described in the state of the art, define how to perform operation on MPEG clocks by means of hardware, together with defining models performing these actions of integrated circuits.

Hardware-based solutions are characterized by many deficiencies such as more difficult upgrading, lesser flexibility, lower precision of clocks, limited number of audio-video channels from every input TS transport stream.

Therefore the above mentioned solutions are quite expensive and complex in configuration.

Moreover, they do not allow adding randomly chosen data to MPEG streams.

In the method of joining packets of a few input MPEG streams into one output stream in the unit processing MPEG transport streams with concurrent correction of time markers,



according to the invention, input MPEG data packets are delivered to appropriate stream buffers from asynchronous program sources. The MPEG data packets have different transmission speeds with defined time stamps of their packets, while the packets

6

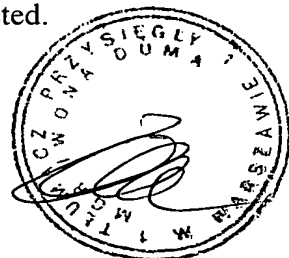
of input MPEG streams are multiplexed and have their time stamps corrected in such a way that their assigned time stamps are deleted and replaced by values of time markers calculated according to the algorithm detecting and correcting the detected desynchronization, after which the packets with so corrected time stamps are appended appropriately to the output MPEG stream. The essence of the invention is based in that packets of each input MPEG stream are transferred from stream buffers to appropriate packet buffers together with information about the time ratios between the neighboring packets of a given MPEG input stream. After that, input packets of MPEG streams are retrieved from the mentioned packet buffers by means of a multiplexer to the packet converter. In the packet converter there is a check of the time ratios between the neighboring packets of input streams, the state of the clock of a given output stream, the time of sending the last packet from the given packet buffer and the allowed time offset of packets in the output stream and on their basis the time markers, included in them, are corrected according to the value of the clock of MPEG output stream. Next, selected packets are appended adequately to the MPEG output stream.

According to the invention, the packets delivered to the stream buffers are filtered according to specific criteria, while these criteria of packets filtering define PID numbers of the delivered packets.

Data are transferred from stream buffers to packet buffers at the request of the output module, after checking that the packet buffer can receive them.

In case of equipping the stream buffer with additional clock, the frequency of the clock adjusts itself to the frequency of the clock of time stamps of the packets of the given stream based on the values of the average, calculated of at least two measurements of the values of time stamps of the packets of the given stream.

In the method according to the invention, in the MPEG stream processing unit, favorably any changes of the quantity of available stream buffers are monitored by means of an independent process and based on these changes packet buffers are added or deleted.



Favorably, time ratios between the neighboring packets of a given stream are defined as a difference of time stamps between the current and the previous packet of a given stream.

7

Favorably, also for the first packet of the given input stream the time stamp of the previous packet are defined as equal to the time stamp of the current packet.

It is also favorable that for the first packet sent from the given packet buffer the time of sending the last packet for this buffer is set to the value of the time of the output stream clock.

According to the invention for the second and the next packets, of a given packet buffer, time of sending the last packet for this packet buffer is set to the value of the sum of the time of sending the last packet for this packet buffer and time ratios between the neighboring packets of the given output stream.

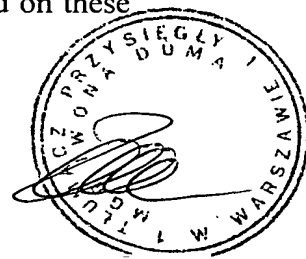
Favorably, according to the invention the packet of the given packet buffer is appended to the MPEG output stream, when the sum of the time of sending the last packet for the given packet buffer and time ratios of input streams, decreased with the current value of the clock of the output stream is not greater than the allowed time offset of packets in the output stream.

Moreover, additional data, favorably MHP system applications are added to the sent data.

The solution according to the invention can be fully realized by means of software, which provides many advantages. These advantages include among others easier upgrading, greater flexibility, higher precision of clocks, any number of audio-video channels from each transport stream TS.

According to the invention each input stream can have its own clock, which is next synchronized with others.

The method, according to the invention, thanks to the possibility of software implementation of the method of synchronizing the packets broadcasted in MPEG stream, allows an easy way to divide N input MPEG streams into parts, for example by filtering the packets with one PID number, adding time stamps to every packet, and next based on these stamps compiling the target stream, meanwhile removing all errors and time offsets.



Errors can occur because of the high frequency of PCR clocks and unpredictable delays in operation of programs.

Thanks to the presented mechanism of time errors correction, dedicated to software implementation, creating a system for joining MPEG streams is much simpler and cheaper in comparison to hardware solutions.

Moreover, as mentioned above, the software solution means easier upgrading. For example one can add new internal multiplexers or blocks modifying video data, for example decompressing MPEG stream, operations on frames, (for example an exchange of a given program from colorful version to black and white) and next repeated compression.

The solution, according to the invention, implemented as software solution, is also more flexible. For example, one can send data between the input and the output of the system by means of Ethernet network. The additional output clock is calculated with high precision, often more precise than it is allowed by quartz-oscillator used in hardware solutions.

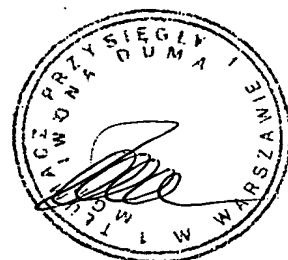
The method, according to the invention, implemented by means of software, allows adding any data to the MPEG stream. The software solution allows also selecting any number of audio/video channels for processing from each input TS transport stream.

Moreover, if files are sources of streams, they can be joined with much higher speed than MPEG streams broadcasted in real time.

It follows that data reading and recording from files can be faster than retrieving data from television signal.

The subsequent advantages of the solution are that decompression and repeated compression of streams, which can be encountered in a few solutions, is avoided and the fact that all the data between inputs and outputs of the system are processed in separated parts of the streams, which considerably decreases the amount of data sent between the internal elements of the system.

According to the invention, the fragmented stream undergoes correction of errors, which have already occurred in the stream and errors which occurred at joining



separate parts of TS stream. According to the invention these errors are corrected by the input module.

According to the described invention there is also synchronization and correction of the precision of PCR clock synchronization with the PTS and DTS time stamps. The above operations can also be performed on 'partial TS' streams.

The object of the invention was illustrated in a more detailed manner using examples of the implementation of the method according to the invention, shown in the drawing, in which separate figures illustrate:

Fig. 1 – example of the system coupling selected parts of the three input streams,

Fig. 2A – interferences of PCR clocks, which are corrected,

Fig. 2B – interferences of PCR clocks, which are corrected,

Fig. 3A – example of joining MPEG streams,

Fig. 3B – example of joining MPEG streams,

Fig. 4 – construction of output module,

Fig. 5A – a method of processing data by the output module,

Fig. 5B – control of readiness of the data packet,

Fig. 6 – a method of joining exemplary data streams.

Fig. 1 shows an example of the system, which receives input MPEG TS streams, divides them and reads only selected data, which are next joined in one MPEG TS output stream with appropriately corrected values of stream clocks.

In the example three input MPEG TS streams, with different transmission speeds, are processed. The first and the third stream are broadcasted with the speed of 40 megabits per second and the second stream is broadcasted with the speed of 50 megabits per second.



Input modules 101, 102, 103 are responsible for filtering streams according to the parameters set by the user and communication with the output elements of the system, multiplexer 104 and output module 105.

Data from input modules 101, 102, 103 can be transmitted to the output module 105, or to intermediary modules as the multiplexer 104. In the example, the input modules 101 and 102 transmit respectively 4 and 6 megabits of data to the multiplexer 104.

Data from this intermediary module are coupled with data from the input module 103 through output module 105, which creates output MPEG TS stream with transmission speed of 15 megabits per second or higher, if the exemplary output module 105 retrieves data also from other sources, not shown in Fig. 1.

Input modules 101, 102, 103 include additionally data buffers, which allow monitoring packets, which will be processed in the future. These elements were called stream buffers 106.

According to the invention data are retrieved at request of the output module 105. However, it is also possible to execute a system, in which data are sent from input modules 101, 102, 103.

Clocks of input streams are different than the clock set in the input modules 105 (usually in the range defined by MPEG standard).

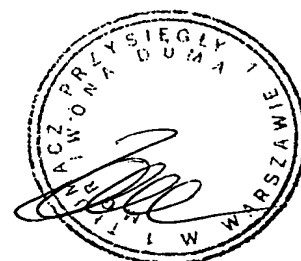
That is why the input modules 101, 102, 103 send information about a delay of a given packet in reference to the packet sent previously to the recipients together with the data.

Each input module 101, 102, 103 has its own clock, and synchronizes it with the PCR clock of the stream supplied to its input. The received packet waits to be sent in the data queue. If any data wait to be sent, they are sent.

In opposite case, the stream is filled in with stuffing so that the required transmission speed of the data stream can be maintained. The output stream of the system can also be filled with utility data, for example applications of MHP system – Multimedia Home Platform.

This is a very important advantage, because in the known solutions of coupling streams there is no possibility of adding any application as the element filling the output stream,

when all data of the channels (audio, video, application data) were already sent.



Correct synchronization of the MPEG stream packets is very important, because the standard defining the transmission sets a very low error margin, which for the frequency of PCR clock at 27MHz is only 810Hz.

Fig. 2A and Fig. 2B show interferences of PCR clocks, which can occur at transmission of MPEG stream.

The first type of interferences 201, shown in Fig. 2A, illustrates the situation, when the stream packets are lost. This type of errors occurs also when a correct MPEG stream was a subject to modifications, made with insufficient accuracy, yet well enough for the interferences to be negligibly small, imperceptible to a recipient watching television transmission.

Such inaccurate processing of the stream often occurs in a laboratory, when a stream needs to be replaced quickly, for the time being regardless small errors.

At that time the PCR clock broadcasted with intervals of, for example, 1000 packets, can behave like in the drawing. This happens in a situation, when due to a loss, or a change of the sequence of packets, the packets with the next PCR value arrives earlier than it would happen in case of receiving a complete number of packets.

The second type of interferences 202 takes place, when the input MPEG stream is read from a file in a loop. At that time the values of PCR clock behave like in Fig. 2B.

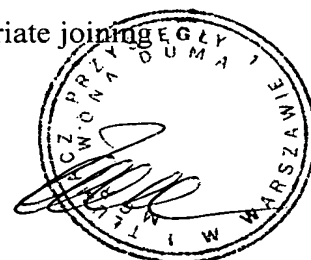
The system, according to the invention detects such changes and acts in such a way that they do not impact the output MPEG stream. Data are sent in such a way, that the PCR values grow all the time.

Additional difficulty is in the fact that the input streams cannot be joined when packets are sent alternately from each input, because in consequence this leads to interruptions or a loss of audio and/or video transmission, possibly to shifts between the image and sound.

Fig. 3A and Fig. 3B illustrate exemplary joining of two input transport streams W1 and W2 in one output stream W3.

An ideal situation, which does not occur in real conditions, is illustrated in Fig. 3A. In such case there is no necessity of variable correction of PCR value.

In reality, it is never known which PID numbers will be filtered and how many packets there will be with these numbers. Additionally, one should care about the appropriate joining of streams with different data speed (Eng. Bitrate).



In real conditions, a situation illustrated in Fig. 3B occurs more frequently, where the packets, separated from input streams come to the output module in the same time. Joining of such streams requires correction of most of the PCR clocks values of the received packets and correct anticipation of times, in which the packets must be sent.

In case of the exemplary transmission, the source module has sent the first packet to the output module. The output module, due to no other possibility (it is engaged in a specific time) sends the received packet at some later time, for example after 20 microseconds.

The next packet sent by the input module is to be sent, for example, 100 microseconds after the previous packet. In order to avoid time shifts in the whole stream, the output module, if it is free, will send the second packet after 80 microseconds or as close as possible to this time. So that it tries, in effect, to reduce the delay, occurring after the first packet is sent.

In the time, when sending the second packet is awaited, data, waiting at other inputs, are sent. Due to such operations, errors, shown in Fig. 2A, occur and additional remedial steps should be taken in order to correct the PCR values.

In Fig. 4 the internal construction of the output module 105 is presented. This module joins packets into the outcome data stream. The inputs 401 contain buffers, capable of storing the incoming packets and information about time, in which data are to be sent. These elements are called packet buffers.

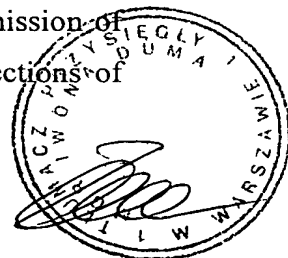
In the example, the packet received from input W1 is to be sent after 1000 cycles of the clock have elapsed since the previous packet has been sent from input W1. The packet received from W2 input is to be sent after 2000 cycles of the clock have elapsed since the previous packet from W2 input has been sent. The packet received from W3 input is to be sent, when there are no data waiting to be sent at inputs W1 and W2 or the time of sending them

13

is so remote in the future that in the meantime data from input W3 can be sent.

The internal clock 403 of the input module 105 is used to synchronize data setting in the stream. This clock is generated by means of software or hardware and its frequency is precisely equal 27MHz.

The internal multiplexer 402 of the output module 105 manages the transmission of packets in a suitable sequence to the packet processing unit 404, in which corrections of



PCR, PTS and DTS values are made. In the packet processing unit 404 there is also a full output stream available with packets ordered adequately.

The last task of the output module 105 is to send data to the hardware elements 405, which will send them to receivers.

Fig. 5A presents a method in which data are processed in the output module 105, which joins the streams. The procedure starts at point 501 with system initialization. The clocks of input modules 101, 102, 103 and output modules 105 are started and monitoring of data streams starts.

When streams are processed, the input modules monitor the values of PCR time stamps, in order to adjust their clocks to these values and transfer data to the outputs with appropriate speed.

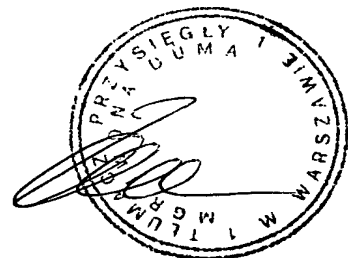
The internal clocks of the input modules 101, 102, 103 are not corrected after each change of the speed of broadcasting the values of PCR time stamps. The clock is corrected, based on the average, calculated in many measurements, so that it is adjusted to the average frequency of changes of PCR time stamps.

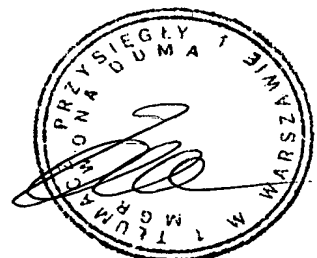
It will be evident to a specialist that other methods of adjusting the clock are used. It is crucial for the mechanism of adjusting the clock to be insensitive to errors of the incoming values of PCR time stamps for the above mentioned reasons (Fig. 2A and Fig. 2B).

In a special situation, when it is certain that the incoming data are transmitted at a good speed, it is not necessary to synchronize the clocks, thus system clocks, associated with the inputs, are not needed, because the time

between the packets can be calculated by measuring the time gap between the packets at the input.

Next, in step 502 of the procedure, the configuration of inputs, which are serviced, is stored in the input module 105 together with parameters such as transmission speed of output stream. After completing this task in step 503 the first input is set as a source, from which data will be retrieved in the first sequence.





If so, in the next step 517, time of the last packet is updated according to the earlier calculated sum. Execution of this operation means that the packet is ready. If the check in step 515 is not true, the packet is not ready to be sent.

In order to present the method of joining the streams, two exemplary data streams and value of clocks for every packet were shown in Fig. 6.

The packets marked with numbers are to be sent to outputs of appropriate input modules. The drawing shows only fragments of streams S1 and S2, from which 5 and 4 data packets are to be sent respectively.

The simulation, presented in the drawing, was conducted assuming that the deviation from the nominal time (the allowed time offset of packets in the output stream), with which the given packet will be sent, is 100 cycles of the clock.

That means that the packet waiting to be sent at the time of 2000 clock cycles can be sent when the clock is between 1900 and 2100 cycle (optimum conditions) or later, if it cannot be sent in a specific, preferred time range. All packets of the output stream that are sent, assume PCR values equal to the state of clock 403 of the output module 105.

The table in Fig. 6 shows, in the sequence from the left side, the current value of PCR clock of output stream Clk-wyl, the packet time WE1 for the input stream S1 and packet time WE2 for input stream S2.

Sending data starts when the clocks Clk-we1, Clk-we2 and Clk-wyl have value 0. The drawing shows also delta times of the packets and the times of packets of individual inputs, stored in the input buffers 401 of the output module 105 (Fig.4).

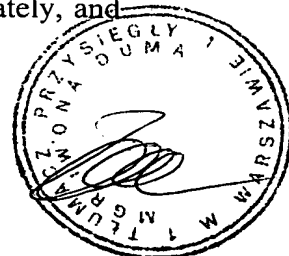
At the start of joining the streams, the output module 105 retrieves the first data packet from the first input. It receives the packet marked P1-1, which is immediately sent, because this is the first packet. In the same time the packet time

16

for input we1 is set to value 0. After sending P1-1 the output module 105 retrieves the next packet from input 1.

However, delta time for the next packet is 2000. This packet is stored, and output module 105 retrieves a new packet P2-1 from the second source we2.

The retrieved packet P2-1 is the first from this input, thus it is sent immediately, and the packet time is set to 950, because this is the first packet from this input module.



After sending it, with the clock Clk-wyl state at 1900 possibility of sending packet P1-3 is checked. In view of the possible deviation 100, the packet with the delta time 2000 can be sent in the current moment. Clk-wyl clock has the value of 1900.

After sending packet P1-3 the module sets the time of the packet of this input at 2000 and collects the next packet P1-4. Because $2000 + 1000$ clock cycles for delta time after deducting the current clock Clk-wy2 value gives result higher than the allowed deviation, the packet is suspended.

In this moment the output module 105 retrieves the next packet from the second input P2-2. Because delta time for this packet is 1000, and the current time is 2850, and the previous packet from this input was sent in the time 950, the packet will be sent. The value of the packet time for the second input is set at 1950.

Sending the packet lasts until time 3800, when the waiting packet from the first input is checked once again. Because $3000 - 3800 \leq 100$, packet P1-4 is sent, and the packet time for the first input is set at 3000.

In this time a delay occurs for the packet of the first stream, because packet P1-4 was sent at 1900 clock cycles after P1-3, while in ideal situation it should be 1000 cycles.

After sending packet P1-4, the time Clk-wy2 is 4750 and the output module 105 retrieves the next packet from the first input. Delta of this packet P1-8 is 4000, and that is why the allowed time of sending it is 6900. Accordingly, this packet will be waiting in the queue and a the next packet will be retrieved from the second input. Delta of the packet P2-4 is 2000.

Because $(1950 + 2000) - 4750 = -800$, packet P2-4 is sent, and the value of the packet time is set at 3950.

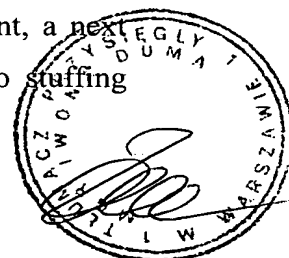
17

The next step in the cycle of Clk-wyl 5700 clock is to retrieve the next packet from the second input, because the packet from the first input must still wait.

The delta time of the received packet P2-8 is 4000, thus it must wait until the value of the Clk-wyl is at least 7850.

That means that in a given time 5700 no useful data can be sent. That is why a packet of stuffing data will be sent.

This packet is sent by the time 6650. Since useful data cannot be still sent, a next stuffing packet is sent. Sending it finishes at the moment 7600. The above two stuffing



packets can also be retrieved from unsynchronized input, for example with MHP applications.

Unsynchronized input is such input from which data are appended to the output stream only when the data from the main inputs we1 and we2 must wait by the appropriate moment of sending. Data from unsynchronized inputs do not require PCR correction.

Checking the waiting packets, the output module 105 finds that packet P1-8 should be sent. Sending this packet is slightly delayed. The packet time of the first input is set at 7000.

After sending the packet the current time of the Clk-wyl clock is 8550. The recently sent packet came from the first input. That is why the input module 105 collects the next packet P1-10 from this input. Delta time for this packet is 2000, and therefore it must wait in the queue, and instead of it P2-8 packet will be sent, which already waits in the buffer of the output module 105.

The result of the action $(3950 + 4000 - 8550)$ is lower than the value of the allowed deviation and the packet time for the second input is set at the value of 7950. The packet is sent, when Clk-wyl has the value of 9500.

The last step, which should be performed for the exemplary streams from Fig. 6, is to send packet P1-10 of the output module 105 waiting in the buffer.

The packet is sent, because the check of the allowed deviation gives the result of - 500, and the packet time for the first input is set at the value of 9000.

Considering that all the data packets were sent, the next packets are stuffing packets.

These can also be packets coming from unsynchronized input, for example from MHP application.

/-/ illegible signature

/oblong stamp with the following contents:/

Eng. Mirosław Szykuła, MA

Patent Attorney

/in the right hand upper corner of the page the following number:/

359676

/the number in handwriting:/

5



Patent claims

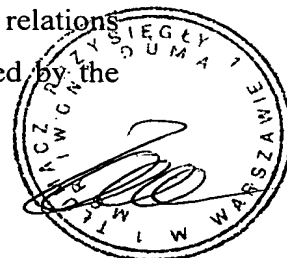
1. The method for joining, in the processing system of MPEG streams of, a few input MPEG stream packets into one transport output stream with concurrent correction of time stamps, where input streams of MPEG data with different transmission speeds are supplied to appropriate stream buffers with defined time stamps of their packets and at the same time packets of MPEG input streams are multiplexed and their time stamps are corrected in such a way that their set time stamps are removed and replaced with the values of time stamps calculated according to the algorithm, which detects and corrects the detected desynchronization and next, packets with so corrected time stamps are appended suitably to the output MPEG stream, characterized in that packets of every input MPEG stream are transmitted from stream buffers to appropriate packet buffers, together with information about time relations between the neighboring packets of a given input MPEG stream and afterwards, the packets of input MPEG streams are retrieved from the mentioned packet buffers to packet processing unit by means of a multiplexer and in the packet processing unit, the time relations between the neighboring packets of input streams are checked and the time relations are also checked for the state of the clock of a given output stream, the time of sending the last packet from a given packet buffer and the allowed time offset of packets in the output stream and based on them the time stamps contained in them are corrected according to the value of the clock of the output MPEG stream and next appropriately selected packets are appended to the output MPEG stream.

2

2. The method, according to claim 1, characterized in that the packets supplied to the stream buffers are filtered according to specific criteria.
3. The method, according to claim 2, characterized in that the criteria of filtering packets are specified by the PID numbers of the supplied packets.



4. The method, according to claim 1, characterized in that data are transmitted from stream buffers to packet buffers at the request of the output module (105).
5. The method, according to claim 1, characterized in that the data from stream buffers are transmitted to the packet buffers after checking that the packet buffer can receive them.
6. The method, according to claim 1, characterized in that, in case of equipping the stream buffer with additional clock, the frequency of this clock adjusts to the frequency of the clock of time stamps of packets of a given stream, based on the average value, calculated from at least two measurements of the values of time stamps of packets of a given stream.
7. The method, according to claim 1, characterized in that in the system processing MPEG streams, changes of the quantity of available stream buffers are monitored by means of an independent process and based on these changes packet buffers are added or removed.
8. The method, according to claim 1, characterized in that time relations between the neighboring packets of a given stream are defined as a difference of the time stamps between the current, and the previous packet of a given stream.
9. The method, according to claim 8, characterized in that for the first packet from the given input stream, the time stamp of the previous packet is defined as equal to the time stamp of the current packet.
10. The method, according to claim 1, characterized in that, for the first packet which is sent from a given packet buffer, the time of sending the last packet for this buffer is set to the value of time of the output clock.
11. The method, according to claim 1, characterized in that for the second and next packets from the given packet buffer, time of sending the last packet for this buffer is set at the value of the sum of time of sending the last packet for this packet buffer and time relations between the neighboring packets of a given input stream.
12. The method, according to claim 1, characterized in that the packet of a given packet buffer is appended to the output MPEG stream, when the sum of the time of sending the last packet for a given packet buffer and time relations between the neighboring packets of a given input stream, decreased by the



current value of the clock of the output stream, is lower than allowed time shift of packets in the output stream.

13. The method, according to claim 1, characterized in that additional data, favorably MHP system applications are added to the sent data.

/-/ illegible signature

/oblong stamp with the following contents:/

Eng. Mirosław Szykuła, MA
PATENT ATTORNEY

/on the subsequent pages in the right hand corner the following number is repeated:/

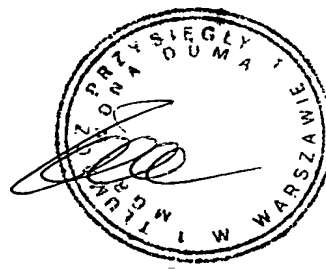
359676

/the subsequent pages are numbered in handwriting from 6 to 12/

/the subsequent pages are stamped at the bottom of the page with oblong stamps with the following contents:/

eng. Mirosław SZYKUŁA
Patent Attorney

/-/ illegible signature



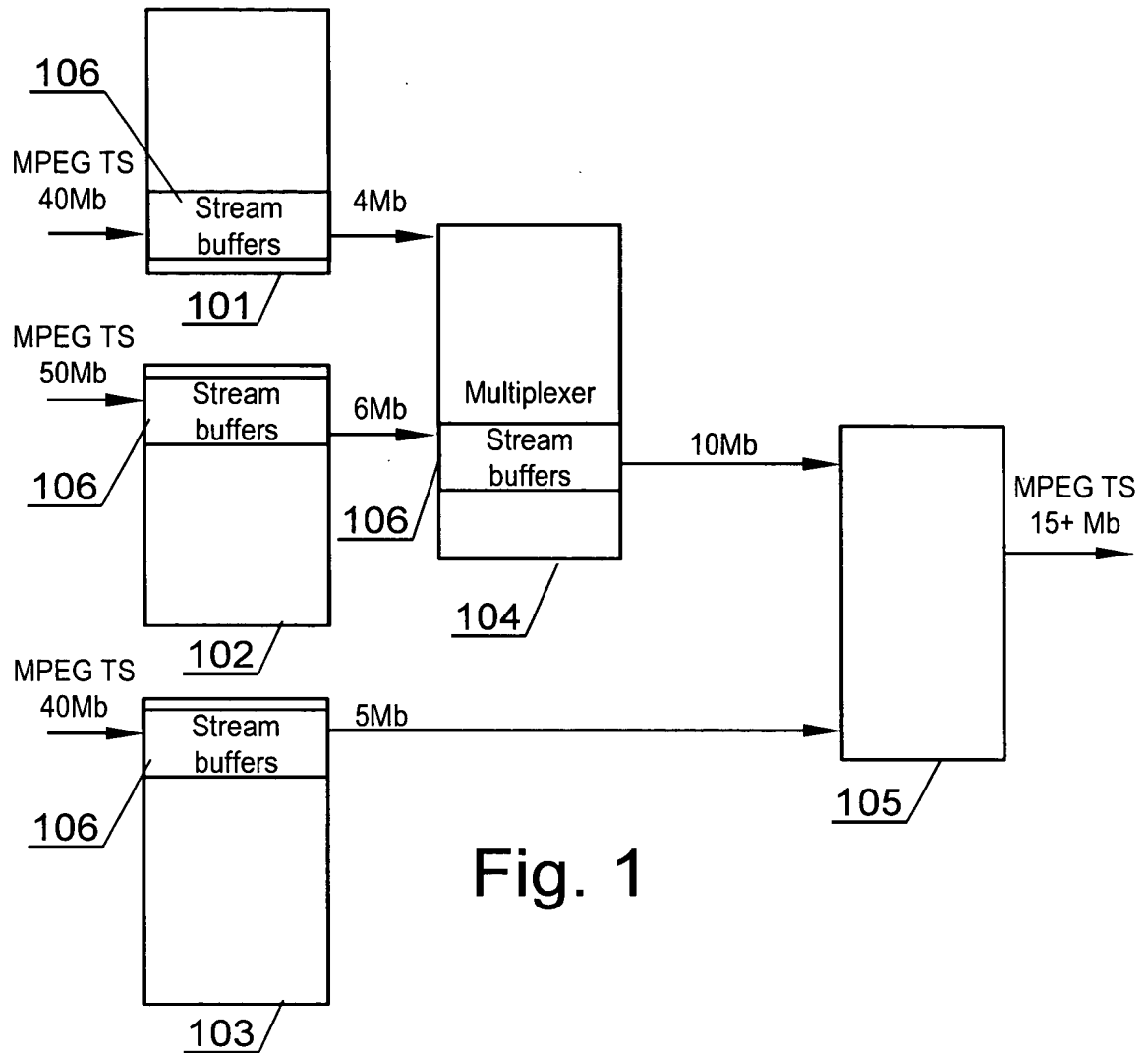


Fig. 1



2 / 7

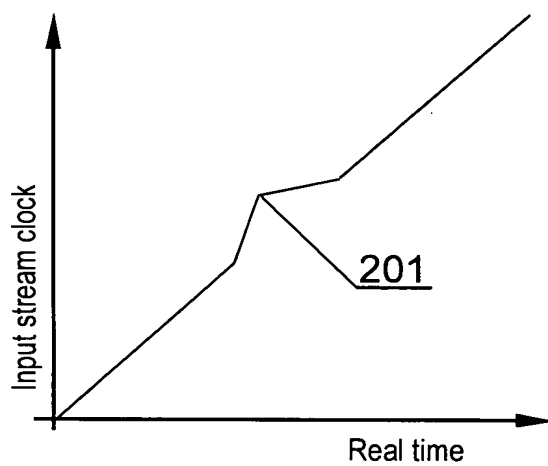


Fig. 2A

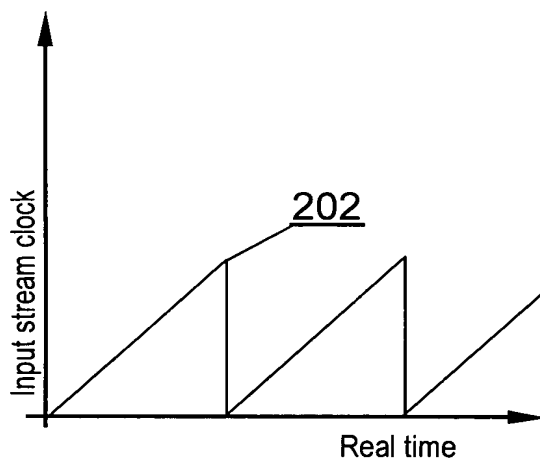


Fig. 2B



3 / 7

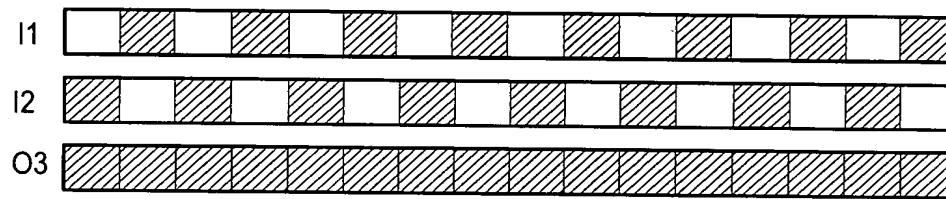


Fig. 3A

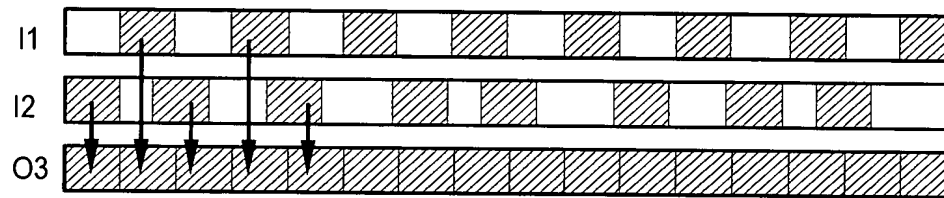
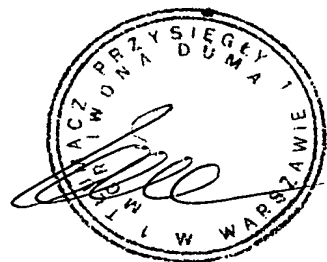


Fig. 3B



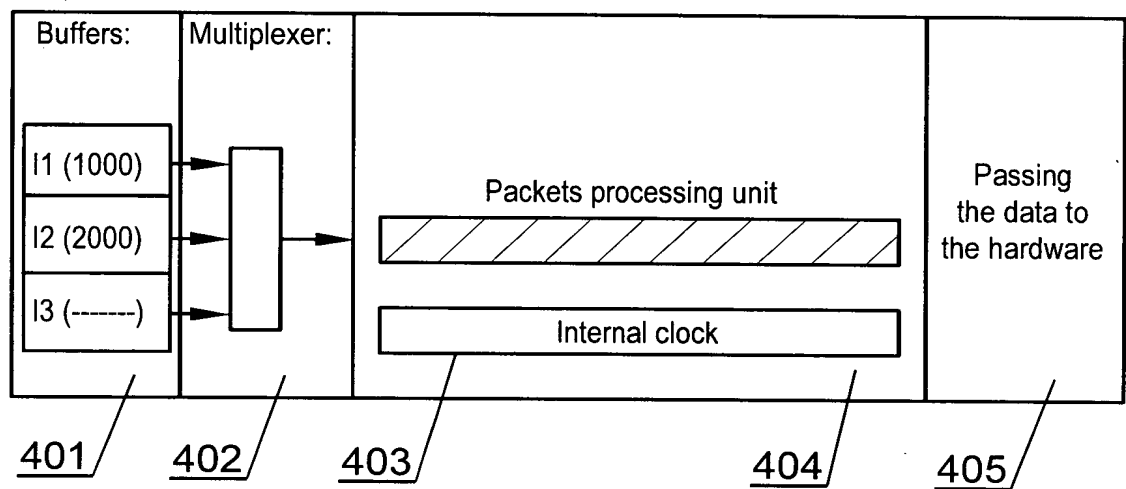
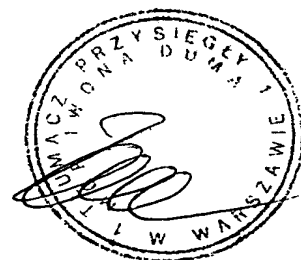


Fig. 4



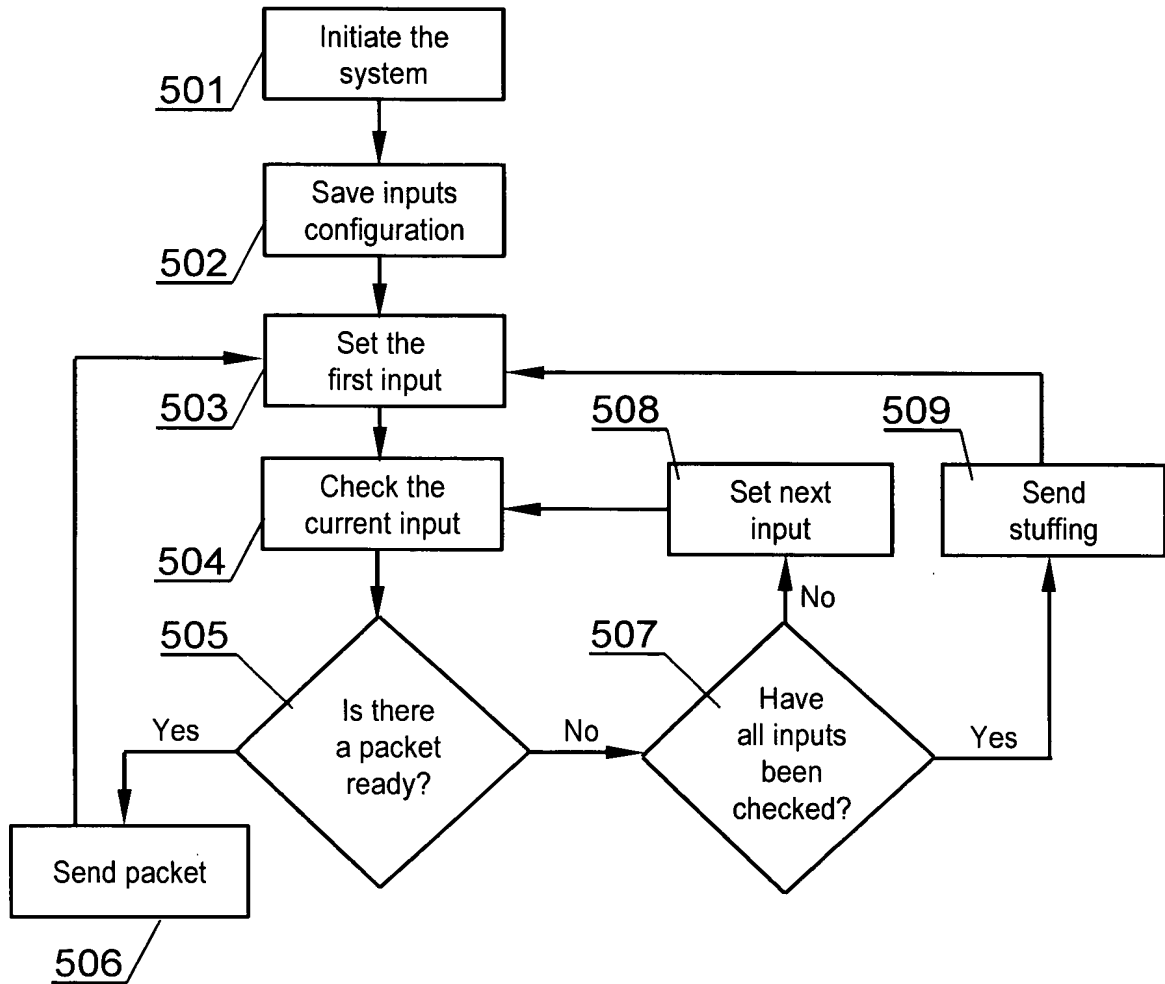
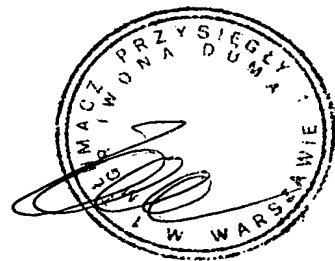


Fig. 5A



6 / 7

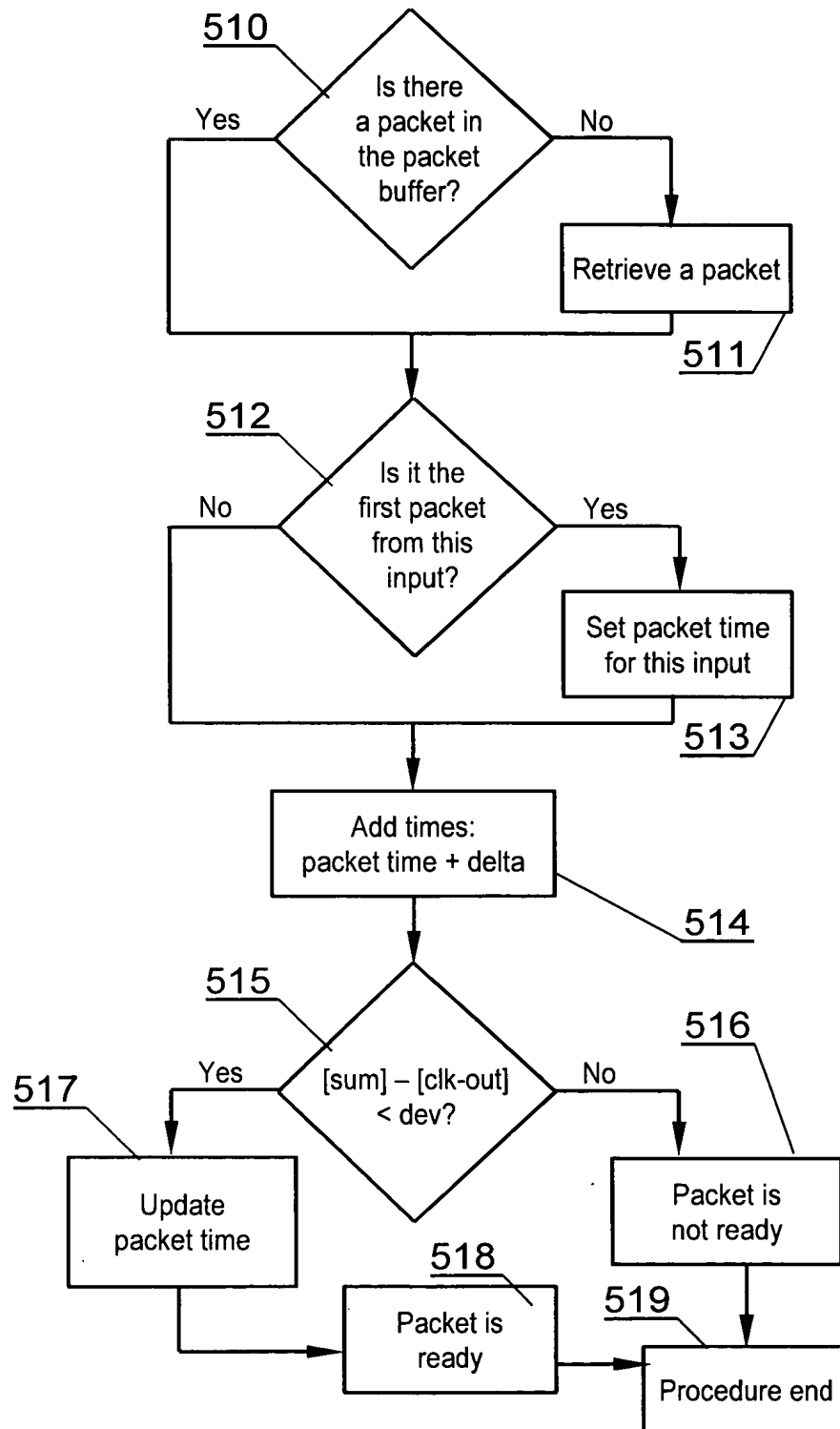


Fig. 5B



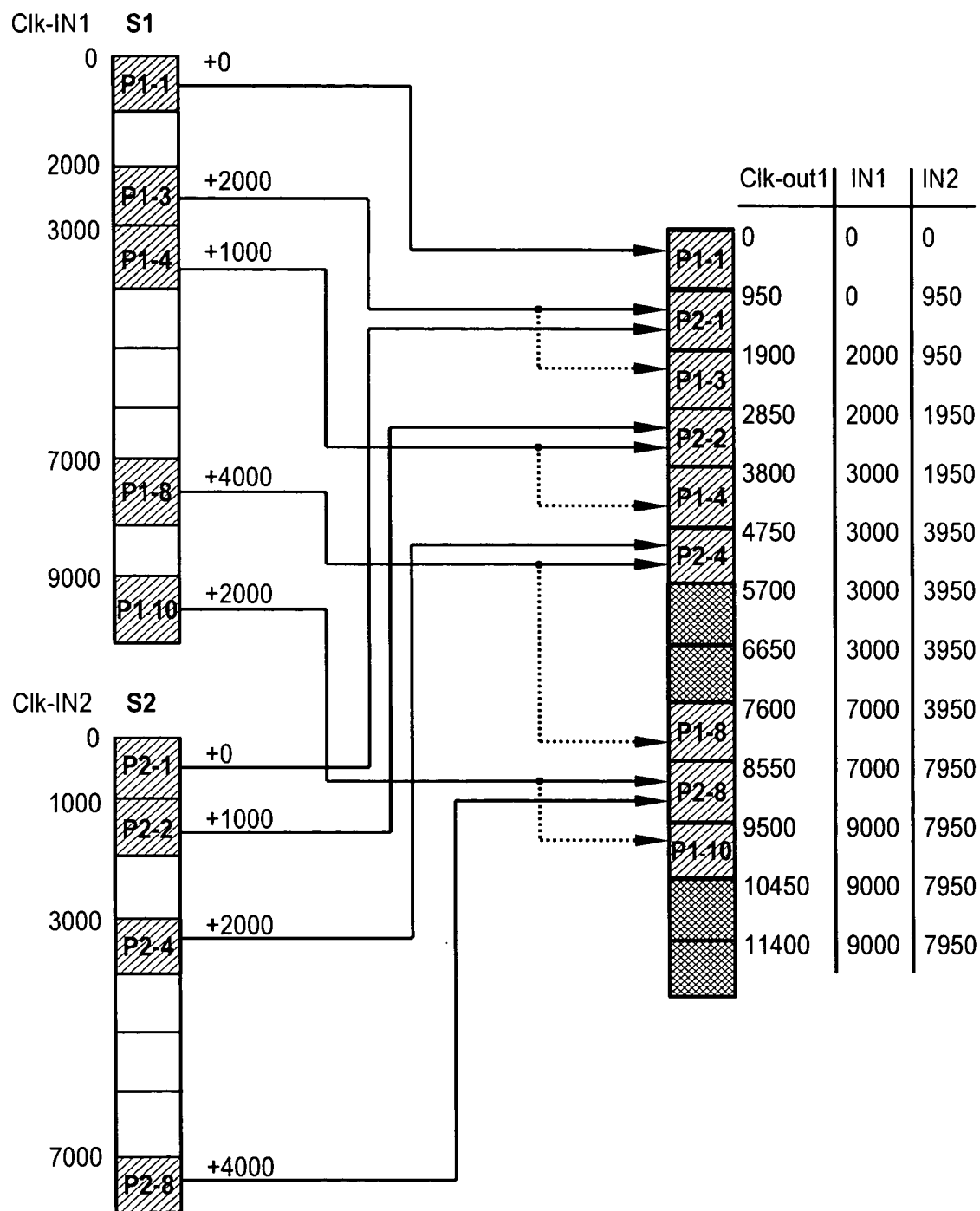


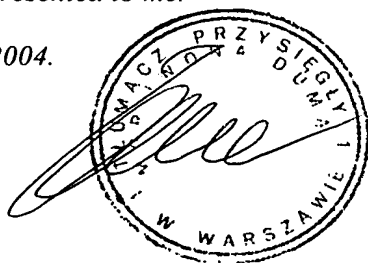
Fig. 6



Repertory No.: 139/3/2004

I, the undersigned, Iwona Duma, sworn translator of the English language for the District Court of the City of Warsaw, hereby certify that the above text is a true and complete translation of the Polish original document presented to me.

Warsaw, March 3, 2004.



URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ



Z A Ś W I A D C Z E N I E

Advanced Digital Broadcast Ltd.
Taipei, Tajwan

Advanced Digital Broadcast Polska Sp. z o.o.
Zielona Góra, Polska

złożyli w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej dnia 14 kwietnia 2003 r. podanie o udzielenie patentu na wynalazek pt. „**Sposób łączenia w układzie przetwarzającym strumienie MPEG pakietów kilku wejściowych strumieni MPEG w jeden transportowy strumień wyjściowy z jednoczesną korekcją oznaczeń czasowych**”.

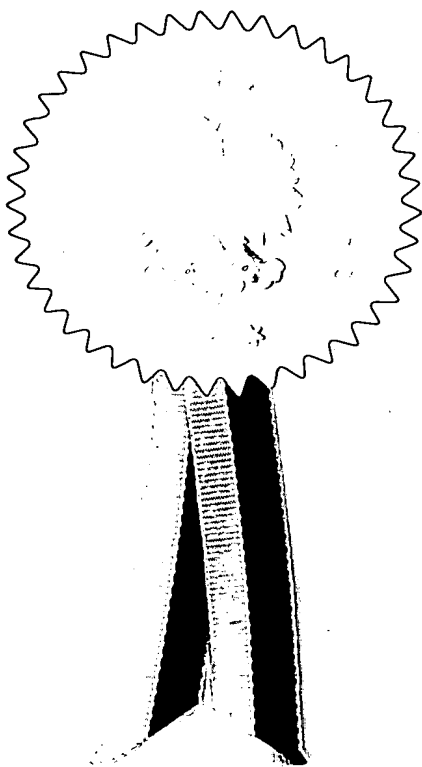
Dolączone do niniejszego zaświadczenia opis wynalazku, zastrzeżenia patentowe i rysunki są wierną kopią dokumentów złożonych przy podaniu w dniu 14 stycznia 2003 r.

Podanie złożono za numerem P-359676.

Warszawa, dnia 11 lutego 2003 r.

z upoważnienia Prezesa

mgr Jowita Mazur
Specjalista



Sposób łączenia w układzie przetwarzającym strumienie MPEG pakietów kilku wejściowych strumieni MPEG w jeden transportowy strumień wyjściowy z jednoczesną korekcją oznaczeń czasowych.

Przedmiotem wynalazku jest sposób łączenia w układzie przetwarzającym strumienie MPEG pakietów kilku wejściowych strumieni MPEG w jeden wyjściowy strumień transportowy z jednoczesną korekcją oznaczeń czasowych, w którym z wielu asynchronicznych źródeł programowych do odpowiednich buforów strumieniowych dostarcza się wejściowe strumienie pakietów danych MPEG o różnych prędkościach transmisji z ustalonymi oznaczeniami czasowymi ich pakietów.

Jeden wyjściowy strumień transportowy TS (Transport Stream) może zawierać kilka kanałów telewizyjnych.

Norma ISO/IEC 13818-1 definiuje trzy oznaczenia czasowe zawarte w strumieniu MPEG (Motion Picture Experts Group).

Te oznaczenia czasowe to :

- PCR (Program Clock Reference), które określa przewidywany czas otrzymania danych i zawarte jest w strumieniu w równych odstępach czasu dla danej grupy pakietów definiującej określony program. Oznaczenie PCR nadawane jest w nagłówku pakietu, przykładowo raz na tysiąc pakietów;
- PTS (Presentation Time Stamp), które dotyczy synchronizacji pomiędzy strumieniami podstawowymi ES (Elementary Stream);
- DTS (Decoding Time Stamp), które określa czas dekodowania.

W znanym stanie techniki pakiety strumieni wejściowych MPEG multipleskuje się i koryguje ich oznaczenia czasowe w ten sposób, że usuwa się ich zadane oznaczenia czasowe i zastępuje je wartościami oznaczeń czasowych obliczonych zgodnie z algorytmem wykrywającym i korygującym wykryte rozsynchronizowanie, po czym pakiety z tak skorygowanymi oznaczeniami czasowymi dołącza się odpowiednio do wyjściowego strumienia MPEG.

Znane są z amerykańskiego opisu patentowego US5790543 urządzenie i sposób do wykrywania rozsynchronizowania powstałego podczas transportu cyfrowo kodowanej informacji, takiej jak pakiety danych kodowane w systemie MPEG i do korekcji wartości oznaczeń czasowych, zgodnie z wykrytym rozsynchronizowaniem.

Ujawniony układ odczytuje pary wartości oznaczeń czasowych PCR w kodowanym strumieniu TS, przy czym każda para wartości oznaczeń czasowych PCR przedstawia przewidywany czas odebrania odpowiadającego jej segmentu strumienia.

Rzeczywisty czas odebrania dla odpowiadającego jej segmentu strumienia jest określany w odpowiedzi na wykrycie odpowiadających wartości oznaczeń czasowych PCR i sygnału niezależnego zegara.

Przewidywany czas odebrania segmentu strumienia jest porównywany z rzeczywistym czasem odebrania w celu określenia rozsynchronizowania w strumieniu pakietu danych.

Rzsynchronizowanie jest korygowane poprzez połączenie technik adaptacyjnego buforowania i zmiany wartości oznaczeń czasowych PCR z korygowaniem wartości zbieżnych z rzeczywistym czasem odebrania segmentów strumienia. Ujawnione rozwiązanie może być implementowane w systemie odbiorczym albo jako część węzła sieci, która minimalizuje skutki zmienności opóźnienia komórek w sieci ATM.

Opisane rozwiązanie umożliwia wykonywanie operacji podziału na segmenty, wykrywania i korygowania ich rozsynchronizowania oraz łączenia realizowanych tylko dla jednego strumienia MPEG. Ponadto nie zapewnia możliwości usuwania i/lub dodawania danych do tego strumienia.

Z opisu europejskiego zgłoszenia patentowego EP1175109 znany jest sposób pomiaru rozsynchronizowania PCR, przesunięcia częstotliwości i zmian częstości zegara z użyciem stałego pasma pomiarów w odniesieniu do nierównomiernych

czasów odbierania oznaczeń PCR i zmiennej szybkości zmian PCR, który zawiera następujące kroki:

- pomiar odstępu pomiędzy czasami odbierania PCR za pomocą referencyjnego oscylatora z asynchroniczną dokładnością,
- ustalenie stałego pasma pomiarów niezależnie od szybkości zmian PCR, przy czym ustalona stała szerokość pasma pomiarów rozgranicza częstotliwość rozsynchronizowania i wędrowania,
- obliczanie rozsynchronizowania PCR, przesunięcia częstotliwości i zmian częstości zegara jako funkcji odstępu pomiędzy czasami odbierania PCR, wartościami PCR dla każdego czasu odbierania PCR i ustalonego stałego pasma pomiarów w postaci szeregu równań różnicowych.

Ten szereg równań różnicowych jest wyprowadzony z hybrydowego cyfrowo-analogowego modelu PLL (Phase Locked Loop) pętli synchronizacji fazowej, gdzie rozsynchronizowanie, przesunięcie częstotliwości i zmiany częstości zegara są uzyskane z różnych punktów systemu kontrolnego PLL.

Dokładniej ten szereg równań różnicowych jest wyprowadzony z aproksymacji filtrowania liniowego dla najmniejszego kwadratu średniego przesunięcia częstotliwości i estymatora najmniejszego kwadratu średnich zmian częstości zegara prostego równania czasu drugiego stopnia dla wartości PCR.

Opisane rozwiązanie przedstawia sposób dokonania pomiarów błędów zegarów PCR w pojedynczym strumieniu.

Ponadto w tym zgłoszeniu wymaga się, aby PCR były poprawne z tolerancją określoną przez normę ISO/IEC 13818-1, a więc poważniejsze błędy nie mogą w nim być skorygowane.

Z opisu amerykańskiego zgłoszenia patentowego US2003007518 znany jest nadajnik zawierający wielowarstwowy multiplekser, służący do generowania strumienia wyjściowego o zadanej prędkości transmisji, multipleksowanego ze strumieni podstawowych o zadanych prędkościach transmisji.

W nadajniku tym, wielowarstwowy multiplekser składa się z co najmniej pierwszego, multipleksa nadrzędnego i kolejnego, drugiego multipleksa podrzędnego, gdzie multiplekser nadrzędny odbiera pierwszy strumień podstawowy z pierwszego wejścia i multipleksowany strumień z drugiego wejścia, na które

podawany jest strumień z multipleksera podrzędnego z co najmniej drugiego strumienia podstawowego, przy czym multiplekser nadrzędny zawiera środki do kontroli wyjściowej prędkości transmisji w celu zagwarantowania ustalonej średniej prędkości danych jako funkcji danych strumieni elementarnych.

Rozwiązanie to opisuje jak z wielu podstawowych strumieni elementarnych ES (Elementary Stream) złożyć jeden strumień transportowy TS (Transport Stream), bez korekcji oznaczenia czasowego PCR, gdyż strumień wyjściowy jest tutaj tworzony od zera.

Z amerykańskiego opisu patentowego US5905732 znany jest system przesyłania multipleksowanych danych MPEG, który przyjmuje dane z wielu źródeł i przekazuje je, w postaci pakietów, do wspólnego strumienia danych.

Nierównomierne rozszynchronizowanie pakietów jest określane poprzez odejmowanie średniego opóźnienia dla pakietów w programie od rzeczywistego chwilowego opóźnienia pakietu.

Pakiety zawierające oznaczenia PCR mają usuwaną swą podstawę czasu, korygowaną przez obliczony nierównomierny czas opóźnienia i umieszczaną jako podstawa czasu PCR pakietu, który jest wprowadzany do wspólnego strumienia danych. Modyfikowane są tylko pakiety zawierające oznaczenia czasowe PCR.

Z kolejnego amerykańskiego opisu patentowego US6002687 znany jest multiplekser strumieni transportowych MPEG. Rozwiązanie to ujawnia sposób nadawania wielu programów. Każdy program zawiera jeden albo wiele podstawowych strumieni, które są kodowane w relacji do jednej wspólnej podstawy czasu, odpowiadającej właściwemu programowi.

Nadawane programy pochodzą z wielu wejściowych strumieni transportowych, z których każdy zawiera wiele pakietów transportowych. Każdy pakiet transportowy zawiera identyfikator pakietu określający zawarte w nim dane.

Wewnątrz każdego strumienia transportowego, unikalne identyfikatory pakietów są przypisane do każdego strumienia podstawowego każdego programu.

Dane każdego strumienia podstawowego są zawarte tylko w pakietach transportowych, mających odpowiadający identyfikator pakietu.

Każdy wejściowy strumień transportowy zawiera oznaczenia czasowe dla rekonstrukcji podstawy czasu pojedynczego programu, odpowiadające każdemu przekazywanemu w strumieniu programowi.

Multiplekser zawiera moduł łączenia danych, który odbiera wiele wejściowych strumieni transportowych. Moduł łączenia danych również selektywnie usuwa transportowane pakiety z odebranych wejściowych strumieni transportowych.

Multiplekser zawiera magistralę dosyłową, po której moduł łączenia danych wybiórczo przesyła co najmniej część danych z strumieni transportowych.

Multiplekser wybiera, które pakiety usunięte ze strumieni transportowych przesłać przez magistralę dosyłową, zależnie od identyfikatorów pakietów z pakietów transportowanych.

Ponadto multiplekser zawiera również sterownik, który łączy pakiety transportowe przesyłane magistralą dosyłową w pojedynczy wyjściowy strumień transportowy.

W rozwiązaniu tym wszystkie strumienie muszą mieć wspólny zegar.

Opisane w stanie techniki rozwiązania przedstawione powyżej określają jak wykonać operacje na zegarach MPEG sprzętowo, wraz z określeniem modeli realizujących te czynności układów scalonych.

Realizacje sprzętowe charakteryzuje jednak szereg niedogodności takich jak trudniejsza rozbudowa, mniejsza elastyczność, mniejsza dokładność zegarów, ograniczona liczba kanałów audio/wideo z każdego wejściowego strumienia transportowego TS.

Tym samym rozwiązania te jako sprzętowe są dość drogie i złożone w konfiguracji.

Ponadto nie umożliwiają dodawania dowolnych danych do strumieni MPEG.

W sposobie łączenia w układzie przetwarzającym transportowe strumienie MPEG pakietów kilku wejściowych strumieni MPEG w jeden strumień wyjściowy z jednoczesną korekcją oznaczeń czasowych według wynalazku, w którym z asynchronicznych źródeł programowych do odpowiednich buforów strumieniowych dostarcza się wejściowe strumienie pakietów danych MPEG o różnych prędkościach transmisji z ustalonymi oznaczeniami czasowymi ich pakietów, przy czym pakiety

strumieni wejściowych MPEG multipleksuje się i koryguje ich oznaczenia czasowe w ten sposób, że usuwa się ich zadane oznaczenia czasowe i zastępuje wartościami oznaczeń czasowych obliczonych zgodnie z algorytmem wykrywającym i korygującym wykryte rozsynchronizowanie, po czym pakiety z tak skorygowanymi oznaczeniami czasowymi dołącza się odpowiednio do wyjściowego strumienia MPEG, istota rozwiązania polega na tym, że przekazuje się z buforów strumieniowych do odpowiednich buforów pakietowych pakiety każdego strumienia wejściowego MPEG wraz z informacją o zależnościach czasowych między sąsiednimi pakietami danego strumienia wejściowego MPEG, po czym z wymienionych buforów pakietowych za pomocą multipleksera pobiera się pakiety wejściowych strumieni MPEG do przetwornika pakietów, w którym sprawdza się zależności czasowe pomiędzy sąsiednimi pakietami strumieni wejściowych, stanem zegara danego strumienia wyjściowego, czasem wysłania ostatniego pakietu z danego bufora pakietowego oraz dozwolonym przesunięciem czasowym pakietów w strumieniu wyjściowym i na ich podstawie koryguje się zawarte w nich oznaczenia czasowe do wartości zegara wyjściowego strumienia MPEG, a następnie dołącza się odpowiednio wybrane pakiety do wyjściowego strumienia MPEG.

Według wynalazku pakiety dostarczane do buforów strumieniowych filtruje się według określonych kryteriów, zaś te kryteria filtrowania pakietów określają numery PID dostarczanych pakietów.

Dane przekazuje się z buforów strumieniowych do buforów pakietowych na żądanie modułu wyjściowego, po sprawdzeniu, że bufor pakietowy może je otrzymać.

W przypadku wyposażenia bufora strumieniowego w dodatkowy zegar, częstotliwość tego zegara dostosowuje się do częstotliwości zegara oznaczeń czasowych pakietów danego strumienia na podstawie wartości średniej wyliczonej z co najmniej dwóch pomiarów wartości oznaczeń czasowych pakietów danego strumienia.

W sposobie według wynalazku w układzie przetwarzającym strumienie MPEG, korzystnie niezależnym procesem, monitoruje się zmiany ilości dostępnych buforów strumieniowych i na podstawie tych zmian dodaje lub usuwa się bufory pakietowe.

Korzystnie zależności czasowe między sąsiednimi pakietami danego strumienia definiuje się jako różnicę oznaczenia czasowego pomiędzy aktualnym, a poprzednim pakietem danego strumienia.

Korzystnie również dla pierwszego pakietu z danego strumienia wejściowego oznaczenie czasowe poprzedniego pakietu definiuje się jako równe oznaczeniu czasowemu aktualnego pakietu.

Korzystnie jest także, gdy dla pierwszego pakietu wysłanego z danego bufora pakietowego czas wysłania ostatniego pakietu dla tego bufora ustawia się na wartość czasu zegara strumienia wyjściowego.

Według wynalazku dla drugiego i następnych pakietów z danego bufora pakietowego czas wysłania ostatniego pakietu dla tego bufora ustawia się na wartość sumy czasu wysłania ostatniego pakietu dla tego bufora pakietowego i zależności czasowych między sąsiednimi pakietami danego strumienia wyjściowego.

Korzystnie według wynalazku pakiet danego bufora pakietowego dołącza się do wyjściowego strumienia MPEG, gdy suma czasu wysłania ostatniego pakietu dla danego bufora pakietowego i zależności czasowych między sąsiednimi pakietami danego strumienia wejściowego, pomniejszona o aktualną wartość zegara strumienia wyjściowego, jest nie większa od dozwolonego przesunięcia czasowego pakietów w strumieniu wyjściowym.

Ponadto do przesyłanych danych dodaje się dodatkowe dane, korzystnie aplikacje systemu MHP.

Rozwiązanie według wynalazku może być w całości zrealizowane programowo, co daje szereg zalet. Do zalet tych należy między innymi łatwiejsza rozbudowa, większa elastyczność, większa dokładność zegarów, dowolna liczba kanałów audio/video z każdego wejściowego strumienia transportowego TS.

Według wynalazku każdy strumień wejściowy może mieć swój zegar, który jest następnie synchronizowany z innymi.

Sposób według wynalazku dzięki możliwości programowej implementacji metody synchronizacji pakietów nadawanych w strumieniu MPEG, pozwala w prosty sposób dzielić N wejściowych strumieni MPEG na części, na przykład filtrując pakiety z jednym numerem PID, dodawać oznaczenia czasowe do każdego pakietu, a następnie na podstawie tych oznaczeń składać docelowy strumień usuwając przy tym wszelkie

błędy i przesunięcia czasowe.

Błędy mogą powstać ze względu na wysoką częstotliwość zegarów PCR oraz niemożliwe do przewidzenia opóźnienia działania programów.

Dzięki przedstawionemu mechanizmowi korekcji błędów czasowych, dedykowanemu do programowej implementacji, stworzenie systemu do łączenia strumieni MPEG jest znacznie prostsze i tańsze w porównaniu z rozwiązaniami sprzętowymi.

Ponadto jak wspomniano wyżej, rozwiązanie programowe oznacza łatwiejszą rozbudowę. Można na przykład dodać nowe wewnętrzne multipleksery bądź bloki modyfikujące dane wideo, na przykład wykonujące dekompresję strumienia MPEG, operacje na klatkach, (przykładowo zamianę danego programu z kolorowej wersji na czarno białą) a następnie ponowną kompresję.

Rozwiązanie według wynalazku, implementowane jako programowe, jest również bardziej elastyczne. Można na przykład przesyłać dane między wejściem, a wyjściem systemu za pomocą sieci Ethernet. Dodatkowo wyjściowy zegar jest liczony z dużą precyzją, często dokładniejszą niż umożliwia to oscylator kwarcowy wykorzystywany w rozwiązaniach sprzętowych.

Sposób według wynalazku, zaimplementowany programowo, umożliwia dokładanie dowolnych danych do strumienia MPEG. Programowe rozwiązanie pozwala także wybrać do przetwarzania dowolną liczbę kanałów audio/wideo z każdego wejściowego strumienia transportowego TS.

Ponadto, jeśli źródłami strumieni są pliki, mogą one być łączone ze znacznie wyższą prędkością niż strumienie MPEG nadawane w czasie rzeczywistym.

Wynika to z tego, że odczyt i zapis danych z plików może być szybszy niż pobieranie danych z sygnału telewizyjnego.

Kolejnymi zaletami rozwiązania są uniknięcie dekompresji oraz powtórnej kompresji strumieni, spotykanych w niektórych rozwiązaniach, i fakt, że całość przetwarzania danych pomiędzy wejściami, a wyjściami systemu odbywa się na wydzielonych częściach strumieni, co znacząco zmniejsza ilość danych przesyłanych pomiędzy wewnętrznymi elementami systemu.

Według wynalazku podzielony na fragmenty strumień poddawany jest korekcji błędów, które już wcześniej istniały w strumieniu oraz błędów, które powstały przy łączeniu

poszczególnych części strumienia TS. Według wynalazku błędy te są poprawiane przez moduł wyjściowy.

Według opisanego wynalazku następuje także synchronizacja i korekcja precyzji synchronizacji zegara PCR z oznaczeniami czasowymi PTS oraz DTS. Można także wykonywać powyższe operacje na strumieniach 'partial TS'.

Przedmiot wynalazku został bliżej przedstawiony na przykładach realizacji sposobu według wynalazku, objaśnionych rysunkiem, na którym poszczególne figury przedstawiają:

Fig.1 – przykładowy system łączący wybrane części trzech strumieni wejściowych

Fig.2A – zakłócenia zegarów PCR, które są korygowane

Fig.2B – zakłócenia zegarów PCR, które są korygowane

Fig.3A – przykład łączenia strumieni MPEG

Fig.3B – przykład łączenia strumieni MPEG

Fig.4 – budowę modułu wyjściowego

Fig.5A – sposób przetwarzania danych przez moduł wyjściowy

Fig.5B – sprawdzenie gotowości pakietu danych

Fig.6 – sposób łączenia przykładowych strumieni danych

Fig.1 przedstawia przykładowy system, który odbiera wejściowe strumienie MPEG TS, dzieli je i odczytuje tylko wybrane dane, które następnie łączy w jeden wyjściowy strumień MPEG TS z odpowiednio skorygowanymi wartościami zegarów strumienia.

W przykładzie przetwarzane są trzy strumienie wejściowe MPEG TS o różnych prędkościach transmisji. Strumienie pierwszy i trzeci nadawane są z prędkością 40 megabitów na sekundę a strumień drugi nadawany jest z prędkością 50 megabitów na sekundę.

Wejściowe moduły 101, 102, 103 odpowiedzialne są za filtrowanie strumieni zgodnie z parametrami zadanymi przez użytkownika oraz komunikację z wyjściowymi elementami systemu, multiplexerem 104 i modułem wyjściowym 105.

Dane z modułów wejściowych 101, 102, 103 mogą być przekazywane do modułu wyjściowego 105, lub do modułów pośredniczących jak multiplexer 104. W przykładzie moduły wejściowe 101 i 102 przekazują odpowiednio 4 i 6 megabitów danych do multiplexera 104.

Dane z tego modułu pośredniczącego łączone są z danymi modułu wejściowego 103 przez moduł wyjściowy 105, który tworzy wyjściowy strumień MPEG TS o szybkości transmisji 15 megabitów na sekundę, bądź większej, jeśli przykładowy moduł wyjściowy 105 pobiera dane również z innych źródeł, nie pokazanych na Fig. 1.

Moduły wejściowe 101, 102, 103 zawierają dodatkowo bufor danych, umożliwiające monitorowanie pakietów, które będą przetwarzane w przyszłości. Elementy te nazwane zostały buforami strumieniowymi 106.

Według wynalazku dane są pobierane na żądanie modułu wyjściowego 105. Jednak jest także możliwe wykonanie systemu, w którym dane są wysyłane z modułów wejściowych 101, 102, 103.

Zegary strumieni wejściowych są różne od zegara ustalanego w modułach wyjściowych 105 (zazwyczaj w zakresie definiowanym przez normę MPEG).

Dlatego wraz z danymi moduły wejściowe 101, 102, 103 przekazują do odbiorców informacje o opóźnieniu danego pakietu względem pakietu wysłanego poprzednim razem.

Każdy moduł wejściowy 101, 102, 103 ma swój zegar, który synchronizuje z zegarem PCR strumienia podawanego na jego wejście. Odebrany pakiet oczekuje na wysłanie w kolejce danych. Jeśli na wysłanie oczekują dane, są one wysyłane.

W przeciwnym wypadku strumień wypełnia się danymi wypełniającymi (ang. stuffing) tak, aby utrzymać wymaganą prędkość transmisji strumienia danych. Strumień wyjściowy systemu, można także wypełnić danymi użytecznymi, przykładowo aplikacjami systemu MHP – Multimedia Home Platform.

Jest to bardzo ważna zaleta, gdyż w znanych rozwiązaniach łączenia strumieni nie ma możliwości dodania aplikacji jako elementu wypełniającego strumień

wyjściowy, gdy wszystkie dane kanałów (audio, wideo, dane aplikacji) zostały już wysłane.

Prawidłowa synchronizacja pakietów strumieni MPEG jest bardzo ważna, gdyż norma określająca transmisję zakłada bardzo mały margines błędów, który dla częstotliwości zegara PCR na poziomie 27MHz wynosi jedynie 810Hz.

Fig.2A oraz Fig.2B przedstawiają zakłócenia zegarów PCR, które mogą się pojawić podczas transmisji strumienia MPEG.

Pierwszy typ zakłóceń 201, pokazany na Fig.2A, ilustruje sytuację, gdy zostaną zgubione pakiety strumienia. Błędy tego rodzaju pojawiają się również, gdy prawidłowy strumień MPEG poddamy modyfikacjom, które zostaną wykonane z niewystarczającą dokładnością, na tyle dobrze jednak, by zakłócenia były pomijalnie małe, niezauważalne dla odbiorcy oglądającego transmisję telewizyjną.

Takie niedokładne przetwarzanie strumienia ma często miejsce w laboratorium gdy często potrzeba szybko zmienić strumień, chwilowo nie przejmując się drobnymi błędami.

Wtedy zegar PCR nadawany w odstępach, na przykład 1000 pakietów, może zachować się tak jak na rysunku. Ma to miejsce w sytuacji, gdy na skutek zgubienia, bądź przestawienia kolejności pakietów, pakiet zawierający następną wartość PCR przyjdzie wcześniej niż miałyby to miejsce w przypadku odebrania pełnej liczby pakietów.

Drugi typ zakłóceń 202 ma miejsce, gdy wejściowy strumień MPEG odczytywany jest z pliku w pętli. Wtedy wartości zegara PCR zachowują się tak jak na Fig.2B.

System według wynalazku wykrywa takie zmiany i działa tak, aby nie miały one wpływu na wyjściowy strumień MPEG. Dane są wysyłane w taki sposób, aby wartości PCR cały czas rosły.

Dodatkowym utrudnieniem jest fakt, że strumieni wejściowych nie można połączyć wysyłając pakiety na przemian z każdego wejścia, gdyż w konsekwencji doprowadziłoby to do przerw lub utraty transmisji audio i/lub wideo, ewentualnie do przesunięć pomiędzy obrazem a dźwiękiem.

Fig.3A oraz Fig.3B przedstawiają przykładowe łączenie dwóch transportowych strumieni wejściowych W1 oraz W2 w jeden strumień wyjściowy W3.

Idealna sytuacja, która w realnych warunkach nie zdarza się, przedstawiona jest na Fig.3A. Nie jest w takim przypadku konieczna zmienna korekcja wartości PCR.

W rzeczywistości nigdy nie wiadomo jakie numery PID będą filtrowane i ile będzie pakietów z tymi numerami. Dodatkowo należy zadbać o to, aby strumienie z różną prędkością danych (ang. bitrate) były właściwie łączone.

W rzeczywistych warunkach częściej występuje sytuacja przedstawiona na Fig.3B, gdzie pakiety wydzielone ze strumieni wejściowych przychodzą do modułu wyjściowego w tym samym czasie. Połączenie takich strumieni wymaga korekcji większości wartości zegarów PCR odebranych pakietów i prawidłowego przewidywania czasów, w których pakiety muszą zostać wysłane.

W przypadku przykładowej transmisji źródłowy moduł wysłał pierwszy pakiet do modułu wyjściowego. Moduł wyjściowy z braku innej możliwości (w danym momencie jest zajęty) wysła odebrany pakiet jakiś czas później, na przykład 20 mikrosekund.

Następny pakiet wysłany przez moduł wejściowy ma zostać wysłany na przykład 100 mikrosekund po poprzednim pakiecie. Aby uniknąć przesunięć czasowych w całym strumieniu, moduł wyjściowy, jeśli będzie wolny, wyśle drugi pakiet po 80 mikrosekundach lub jak najbliżej tego czasu, tak aby w efekcie dążyć do zniwelowania opóźnień, które powstało przy wysyłaniu pierwszego pakietu.

W czasie, kiedy oczekuje się na wysłanie drugiego pakietu, wysyła się dane oczekujące na innych wejściach. Z powodu takich właśnie operacji pojawiają się błędy pokazane na Fig.2A i należy podjąć dodatkowe kroki naprawcze w celu korekcji wartości PCR.

Na Fig.4 przedstawiono wewnętrzną budowę modułu wyjściowego 105, który łączy pakiety w wynikowy strumień danych. Wejścia 401 zawierają bufony zdolne do przechowywania pakietów przychodzących oraz informacji o czasie, w którym dane mają zostać wysłane. Elementy te nazwane zostały buforami pakietowymi.

W przykładzie pakiet odebrany z wejścia W1 ma zostać wysłany po upływie 1000 cykli zegara od wysłania poprzedniego pakietu z wejścia W1, pakiet odebrany z wejścia W2 ma zostać wysłany po upływie 2000 cykli zegara od wysłania poprzedniego pakietu z wejścia W2, a pakiet odebrany z wejścia W3 ma zostać wysłany, gdy na wejściach W1 oraz W2 nie oczekują dane do wysłania lub czas ich

wysłania wybiega w przyszłość na tyle, aby w międzyczasie wysłać dane z wejścia W3.

Wewnętrzny zegar 403 modułu wyjściowego 105 służy do synchronizacji ustawiania danych w strumieniu. Zegar ten jest generowany programowo lub sprzętowo i jego częstotliwość jest równa dokładnie 27MHz.

Wewnętrzny multiplekser 402 modułu wyjściowego 105 zarządza przekazywaniem pakietów w odpowiedniej kolejności do przetwornika pakietów 404, w którym dokonuje się korekcji wartości PCR, PTS oraz DTS. W przetworniku pakietów 404 dostępny jest już pełny strumień wyjściowy z pakietami ułożonymi we właściwym porządku.

Ostatnim zadaniem modułu wyjściowego 105 jest przekazanie danych do elementów sprzętowych 405, które wysłają je do urządzeń odbiorczych.

Na Fig. 5A pokazano sposób w jaki przetwarza się dane w module wyjściowym 105, łączącym strumienie. Procedura rozpoczyna się w punkcie 501 zainicjowaniem systemu. Uruchomione zostają zegary modułów wejściowych 101, 102, 103 i wyjściowych 105 oraz rozpoczyna się monitorowanie strumieni danych.

W czasie przetwarzania strumieni, moduły wejściowe monitorują wartości oznaczeń czasowych PCR tak, aby dostosować do nich swoje zegary i przekazywać dane na wyjścia z odpowiednią prędkością.

Wewnętrzne zegary modułów wejściowych 101, 102, 103 nie są korygowane po każdej zmianie szybkości nadawania wartości oznaczeń czasowych PCR. Zegar koryguje się na podstawie średniej wyliczanej z wielu pomiarów tak, by dostosować go do średniej częstotliwości zmian oznaczeń czasowych PCR.

Dla specjalisty oczywistym będzie wykorzystanie innych sposobów dopasowania zegara. Istotne jest, by mechanizm dostosowania zegara był nieczuły na błędy przychodzących wartości oznaczeń czasowych PCR z powodów wymienionych wyżej (Fig.2A oraz Fig.2B).

W sytuacji szczególnej, gdy zachodzi pewność, że przychodzące dane są transmitowane z dobrą prędkością, nie zachodzi konieczność synchronizacji zegarów, czyli nie są potrzebne zegary systemowe skojarzone z wejściami, ponieważ czas

między pakietami można wyliczyć mierząc czas odstępu między pakietami na wejściu.

Następnie, w kroku 502 procedury, zapamiętuje się w module wyjściowym 105 konfigurację wejść, które są obsługiwane oraz parametry takie jak prędkość nadawania strumienia wyjściowego. Po wykonaniu tego zadania w kroku 503 ustawia się wejście pierwsze jako źródło, z którego dane zostaną pobrane w pierwszej kolejności.

W kolejnym kroku 504 sprawdza się aktualne wejście i wysyła żądanie pobrania następnego pakietu danych. W następnym kroku 505 sprawdza się, czy pakiet jest gotowy i czy można go wysłać. Jeśli tak, pakiet jest wysyłany w kroku 506 w momencie zgodnym z oznaczeniami czasowymi.

W przeciwnym wypadku, w kroku 507 sprawdza się, czy pobrano już dane z wszystkich wejść. Jeśli dane pobrane z wejść muszą poczekać na właściwy czas wysłania, system oczekując na ten czas wyśle dane wypełniające w kroku 509.

Jeśli pozostało jeszcze nie sprawdzone wejście, zostaje ono aktywowane i wysyła się do niego żądanie przekazania następnego pakietu danych.

Opisany powyżej algorytm faworyzuje pierwsze wejście (wejście to jest najczęściej sprawdzane na okoliczność dostępności danych) – można również zmieniać wejścia według bardziej zaawansowanego algorytmu, na przykład uwzględniającego ilość przesłanych danych ze wszystkich wejść. Inna możliwość to przejście z kroku 506 do kroku 507, co zapewni równomierne wykorzystanie wszystkich wejść.

Przebieg kroku 505, w którym sprawdza się gotowość pakietu, został szczegółowo przedstawiony na Fig.5B. Pierwszym krokiem 510 jest określenie, czy pakiet jest już w buforze pakietowym modułu wyjściowego 105. Jak podano wyżej, bufor pakietowy przechowują dane pobrane z modułów wejściowych 101, 102, 103.

Jeśli nie, to w kroku 511 pobiera się pakiet z danego wejścia i przypisuje się do pakietu wartość delta czasu, dzielącą go od poprzedniego pakietu (wartość 0 w przypadku pierwszego pakietu danego strumienia).

Kolejnym krokiem 512 procedury jest sprawdzenie, czy aktualnie pobrany pakiet jest pierwszym pakietem z tego strumienia. Jeśli jest to pierwszy pakiet,

wykonuje się krok 513 procedury, gdzie ustawia się czas poprzedniego pakietu dla tego wejścia na aktualną wartość zegara 403 modułu wyjściowego 105.

W przeciwnym przypadku procedura przechodzi do kroku 514, gdzie dodaje się czasy poprzedniego pakietu i czas delta. W kolejnym kroku 515 sprawdza się, czy różnica obliczonej sumy i aktualnej wartości zegara jest mniejsza od dopuszczalnego przez system odchylenia czasu wysłania pakietu, przykładowo 100 cykli zegara.

Jeśli tak, w kolejnym kroku 517 uaktualnia się czas ostatniego pakietu na wyliczoną wcześniej sumę. Wykonanie tej operacji oznacza, że pakiet jest gotowy. Jeśli sprawdzenie w kroku 515 nie jest prawdą, pakiet nie jest gotowy do wysłania.

Aby dokładniej przedstawić sposób łączenia strumieni, na Fig.6 pokazano dwa przykładowe strumienie danych oraz wartości zegarów dla każdego z pakietów.

Pakiety oznaczone numerami mają zostać wysłane na wyjścia odpowiednich modułów wejściowych. Na rysunku przedstawiono tylko fragmenty strumieni S1 i S2, z których należy wysłać odpowiednio 5 i 4 pakiety danych.

Symulacja przedstawiona na rysunku została przeprowadzona z założeniem, że odchylenie od nominalnego czasu (dozwolone przesunięcie czasowe pakietów w strumieniu wyjściowym), przy którym dany pakiet zostanie wysłany, wynosi 100 cykli zegara.

Oznacza to, że oczekujący na wysłanie o czasie 2000 cykli zegara pakiet może zostać wysłany, gdy zegar będzie znajdował się pomiędzy 1900 i 2100 cyklem (warunki optymalne) lub później, jeśli nie będzie mógł zostać wysłany w określonym, preferowanym zakresie czasu. Wszystkie wysyłane pakiety strumienia wyjściowego przyjmują wartości PCR równe stanowi zegara 403 modułu wyjściowego 105.

Tabela na Fig.6 przedstawia, w kolejności od lewej strony, aktualną wartość zegara PCR strumienia wyjściowego Clk-wy1, czas pakietu WE1 dla strumienia wejściowego S1 oraz czas pakietu WE2 dla strumienia wejściowego S2.

Przesyłanie danych rozpoczyna się, gdy zegary Clk-we1, Clk-we2 oraz Clk-wy1 mają wartość 0. Na rysunku przedstawiono także czasy delta pakietów oraz czasy pakietów poszczególnych wejść przechowywane w wejściowych buforach 401 modułu wyjściowego 105 (Fig.4).

Rozpoczynając łączenie strumieni moduł wyjściowy 105 pobiera pierwszy pakiet danych z pierwszego wejścia. Otrzymuje pakiet oznaczony P1-1, który jest natychmiast wysłany, gdyż jest to pierwszy pakiet. Jednocześnie czas pakietu dla

wejścia we1 ustawiony zostaje na wartość 0. Po wysłaniu P1-1 moduł wyjściowy 105 pobiera następny pakiet z wejścia 1.

Jednak czas delta dla kolejnego pakietu wynosi 2000. Pakiet ten zostaje zapamiętany, a moduł wyjściowy 105 pobiera nowy pakiet P2-1 z drugiego źródła we2.

Pobrany pakiet P2-1 jest pierwszym z tego wejścia, więc zostaje wysłany natychmiast, a czas pakietu ustawia się na 950, gdyż jest to pierwszy pakiet z tego modułu wyjściowego.

Po jego wysłaniu, przy stanie zegara Clk-wy1 1900 sprawdza się możliwość wysłania pakietu P1-3. Ze względu na dopuszczalne odchylenie 100, pakiet mający czas delta 2000 może zostać wysłany w aktualnej chwili, zegar Clk-wy1 ma wartość 1900.

Po wysłaniu pakietu P1-3 moduł ustawia czas pakietu tego wejścia na 2000 i pobiera kolejny pakiet P1-4. Ponieważ $2000 + 1000$ cykli zegara dla czasu delta po odjęciu aktualnej wartości zegara Clk-wy2 daje wynik większy od dopuszczalnego odchylenia, pakiet zostaje wstrzymany.

W tym momencie moduł wyjściowy 105 pobiera kolejny pakiet z drugiego wejścia P2-2. Ponieważ czas delta dla tego pakietu wynosi 1000, a aktualny czas to 2850 i poprzedni pakiet z tego wejścia był wysłany w czasie 950, pakiet będzie wysłany. Wartość czasu pakietu dla wejścia drugiego ustawiana jest na 1950.

Wysyłanie pakietu trwa do czasu 3800, gdzie ponownie sprawdza się oczekujący pakiet z wejścia pierwszego. Ponieważ $3000 - 3800 \leq 100$, pakiet P1-4 zostaje wysłany, a czas pakietu dla wejścia pierwszego ustawia się na 3000.

W tym momencie pojawia się opóźnienie dla pakietu pierwszego strumienia, gdyż pakiet P1-4 został wysłany 1900 cykli zegara po P1-3, podczas gdy w idealnym przypadku powinno być to 1000 cykli.

Po wysłaniu pakietu P1-4, czas Clk-wy2 wynosi 4750 i moduł wyjściowy 105 pobiera kolejny pakiet z pierwszego wejścia. Delta tego pakietu P1-8 to 4000, dlatego dopuszczalnym czasem jego wysłania jest 6900. W związku z tym pakiet ten oczekiwać będzie w kolejce, a pobrany zostanie kolejny pakiet z drugiego wejścia. Delta pakietu P2-4 wynosi 2000.

Ponieważ $(1950 + 2000) - 4750 = -800$, pakiet P2-4 zostaje wysłany, a wartość czasu pakietu ustawiona jest na 3950.

Kolejnym krokiem w cyklu zegara Clk-wy1 5700 jest pobranie kolejnego pakietu z drugiego wejścia, gdyż pakiet z pierwszego wejścia musi jeszcze czekać.

Czas delta odebranego pakietu P2-8 to 4000, więc musi on poczekać aż wartość zegara Clk-wy1 będzie wynosić co najmniej 7850.

Oznacza to, że w danej chwili 5700 nie można wysłać żadnych danych użytecznych, dlatego wysłany zostanie pakiet danych wypełniających.

Pakiet ten zostaje wysłany do chwili 6650. Ponieważ dalej nie można wysłać danych użytecznych, wysyła się kolejny pakiet wypełniający. Jego wysyłanie kończy się w chwili 7600. Powyższe dwa pakiety wypełniające mogą być także pobrane z niesynchronizowanego wejścia, na przykład z aplikacjami MHP.

Niesynchronizowane wejście, to takie wejście, z którego dane będą dołączone do strumienia wyjściowego tylko wtedy, gdy dane z wejść głównych we1 i we2 muszą czekać na właściwy moment ich wysłania. Dane z wejść niesynchronizowanych nie wymagają korekcji PCR.

Sprawdzając oczekujące pakiety, moduł wyjściowy 105 stwierdza, że należy wysłać pakiet P1-8, którego wysłanie jest nieznacznie opóźnione. Czas pakietu pierwszego wejścia zostaje ustawiony na 7000.

Po wysłaniu pakietu aktualny czas zegara Clk-wy1 wynosi 8550. Ostatnio wysłany pakiet pochodził z wejścia pierwszego, dlatego moduł wyjściowy 105 pobiera następny pakiet P1-10 z tego wejścia. Czas delta dla tego pakietu wynosi 2000, a więc musi on poczekać w kolejce, a w jego miejsce wysłany zostanie pakiet P2-8, który oczekuje już w buforze modułu wyjściowego 105.

Wynik działania $(3950 + 4000) - 8550$ jest mniejszy niż wartość dopuszczalnego odchylenia i czas pakietu dla wejścia drugiego zostaje ustawiony na wartość 7950. Pakiet jest wysłany, gdy Clk-wy1 ma wartość 9500.

Ostatnim krokiem, który należy wykonać dla przykładowych strumieni z Fig.6, jest wysłanie pakietu P1-10 oczekującego w buforze modułu wyjściowego 105.

Pakiet jest wysłany, ponieważ sprawdzenie dopuszczalnego odchylenia daje wynik -500 , a czas pakietu dla wejścia pierwszego zostaje ustawiony na wartość 9000.

Z uwagi na to, że wszystkie pakiety danych zostały wysłane, kolejne pakiety to pakiety wypełniające.

Mogą to być również pakiety pochodzące z niesynchronizowanego wejścia, na przykład z aplikacjami MHP.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób łączenia w układzie przetwarzającym strumienie MPEG pakietów kilku wejściowych strumieni MPEG w jeden transportowy strumień wyjściowy z jednoczesną korekcją oznaczeń czasowych, w którym z asynchronicznych źródeł programowych do odpowiednich buforów strumieniowych dostarcza się wejściowe strumienie pakietów danych MPEG o różnych prędkościach transmisji z ustalonymi oznaczeniami czasowymi ich pakietów, przy czym pakiety strumieni wejściowych MPEG multipleksuje się i koryguje się ich oznaczenia czasowe w ten sposób, że usuwa się ich zadane oznaczenia czasowe i zastępuje wartościami oznaczeń czasowych obliczonych zgodnie z algorytmem wykrywającym i korygującym wykryte rozszynchronizowanie, po czym pakiety z tak skorygowanymi oznaczeniami czasowymi dołącza się odpowiednio do wyjściowego strumienia MPEG, znamienny tym, że przekazuje się z buforów strumieniowych do odpowiednich buforów pakietowych pakiety każdego strumienia wejściowego MPEG wraz z informacją o zależnościach czasowych między sąsiednimi pakietami danego strumienia wejściowego MPEG, po czym z wymienionych buforów pakietowych za pomocą multipleksera pobiera się pakiety wejściowych strumieni MPEG do przetwornika pakietów, w którym sprawdza się zależności czasowe pomiędzy sąsiednimi pakietami strumieni wejściowych, stanem zegara danego strumienia wyjściowego, czasem wysłania ostatniego pakietu z danego bufora pakietowego oraz dozwolonym przesunięciem czasowym pakietów w strumieniu wyjściowym i na ich podstawie koryguje się zawarte w nich oznaczenia czasowe do wartości zegara wyjściowego strumienia MPEG, a następnie dołącza się odpowiednio wybrane pakiety do wyjściowego strumienia MPEG.

2.Sposób według zastrz.1 znamienny tym, że pakiety dostarczane do buforów strumieniowych filtruje się według określonych kryteriów.

3.Sposób według zastrz.2 znamienny tym, że kryteria filtrowania pakietów określają numery PID dostarczanych pakietów.

4.Sposób według zastrz.1 znamienny tym, że dane przekazuje się z buforów strumieniowych do buforów pakietowych na żądanie modułu wyjściowego (105).

5.Sposób według zastrz.1 znamienny tym, że dane z buforów strumieniowych do buforów pakietowych przekazuje się po sprawdzeniu, że bufor pakietowy może je otrzymać.

6.Sposób według zastrz.1 znamienny tym, że w przypadku wyposażenia bufora strumieniowego w dodatkowy zegar, częstotliwość tego zegara dostosowuje się do częstotliwości zegara oznaczeń czasowych pakietów danego strumienia na podstawie wartości średniej wyliczonej z co najmniej dwóch pomiarów wartości oznaczeń czasowych pakietów danego strumienia.

7.Sposób według zastrz.1 znamienny tym, że w układzie przetwarzającym strumienie MPEG, niezależnym procesem monitoruje się zmiany ilości dostępnych buforów strumieniowych i na podstawie tych zmian dodaje lub usuwa się bufory pakietowe.

8.Sposób według zastrz.1 znamienny tym, że zależności czasowe między sąsiednimi pakietami danego strumienia definiuje się jako różnicę oznaczenia czasowego pomiędzy aktualnym, a poprzednim pakietem danego strumienia.

9.Sposób według zastrz.8 znamienny tym, że dla pierwszego pakietu z danego strumienia wejściowego oznaczenie czasowe poprzedniego pakietu definiuje się jako równe oznaczeniu czasowemu aktualnego pakietu.

10.Sposób według zastrz.1 znamienny tym, że dla pierwszego pakietu wysłanego z danego bufora pakietowego czas wysłania ostatniego pakietu dla tego bufora ustawia się na wartość czasu zegara strumienia wyjściowego.

11.Sposób według zastrz.1 znamienny tym, że dla drugiego i następnych pakietów z danego bufora pakietowego czas wysłania ostatniego pakietu dla tego bufora ustawia się na wartość sumy czasu wysłania ostatniego pakietu dla tego bufora pakietowego i zależności czasowych między sąsiednimi pakietami danego strumienia wejściowego.

12.Sposób według zastrz.1 znamienny tym, że pakiet danego bufora pakietowego dołącza się do wyjściowego strumienia MPEG, gdy suma czasu wysłania ostatniego pakietu dla danego bufora pakietowego i zależności czasowych między sąsiednimi pakietami danego strumienia wejściowego, pomniejszona o aktualną wartość zegara strumienia wyjściowego, jest nie większa od dozwolonego przesunięcia czasowego pakietów w strumieniu wyjściowym.

13.Sposób według zastrz.1 znamienny tym, że do przesyłanych danych dodaje się dodatkowe dane, korzystnie aplikacje systemu MHP.


inż. Mirosław SZYKUŁA
RZECZNIK PATENTOWY

1 / 7

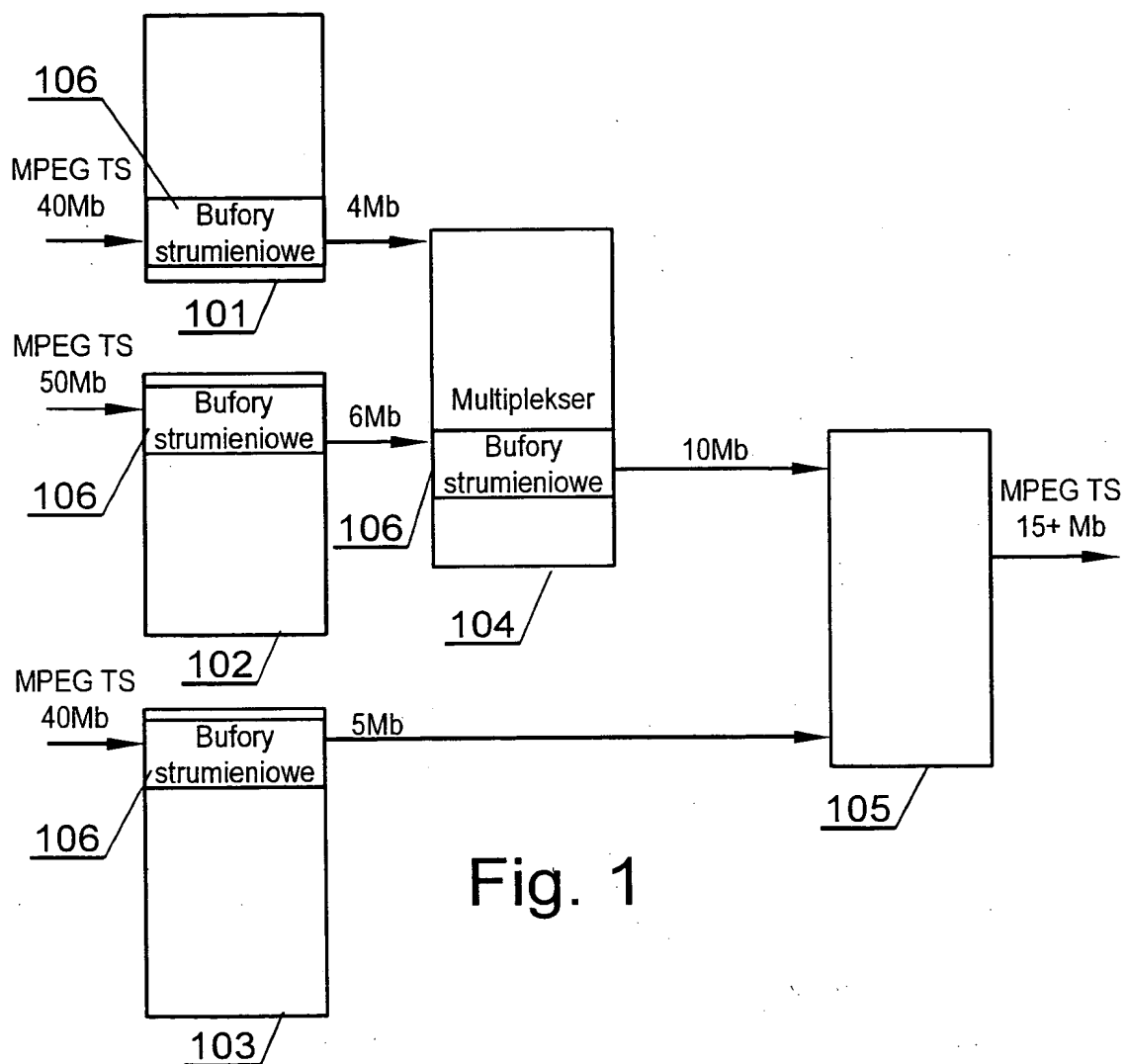


Fig. 1

2 / 7



Fig. 2A

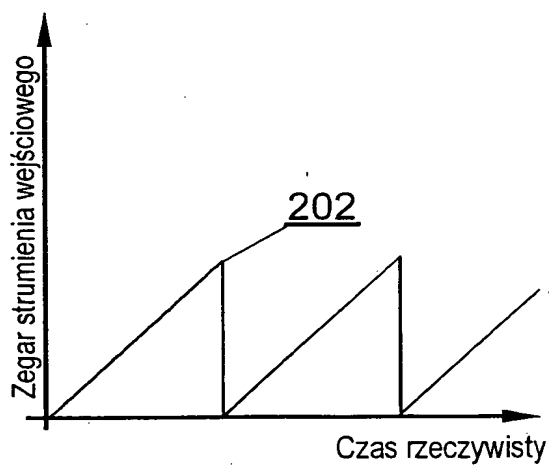


Fig. 2B

3 / 7

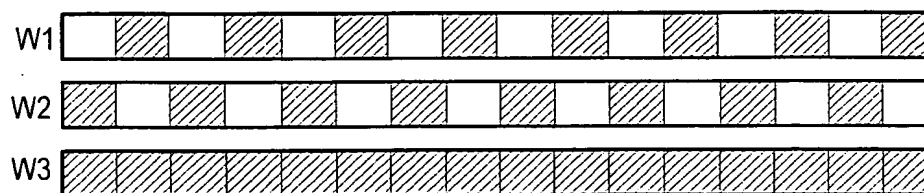


Fig. 3A

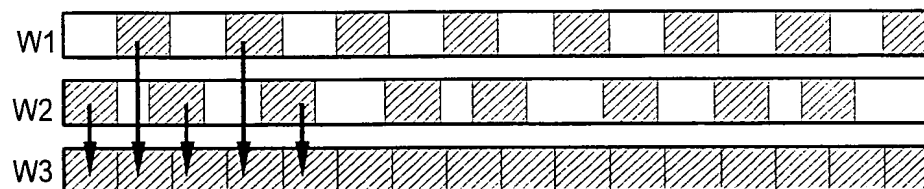


Fig. 3B

4 / 7

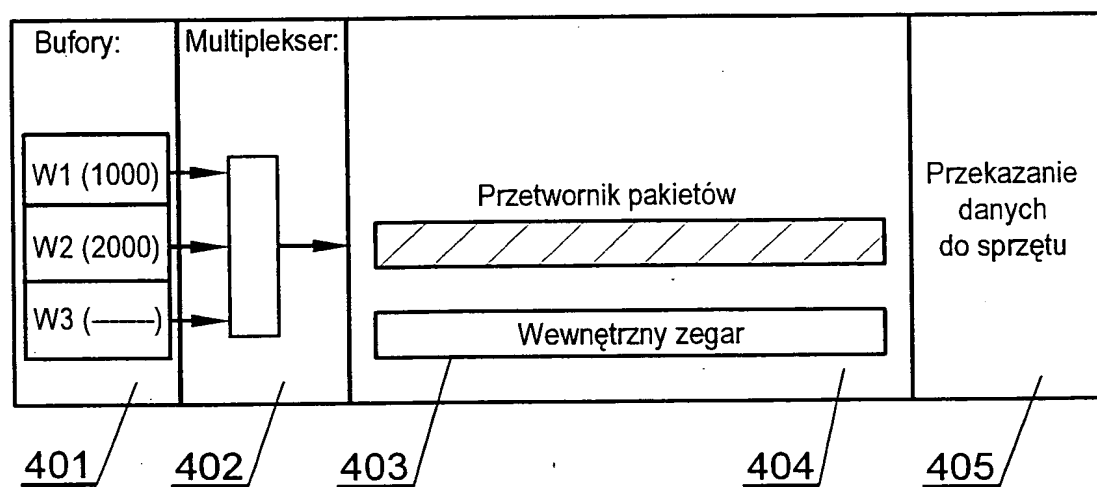


Fig. 4

5 / 7

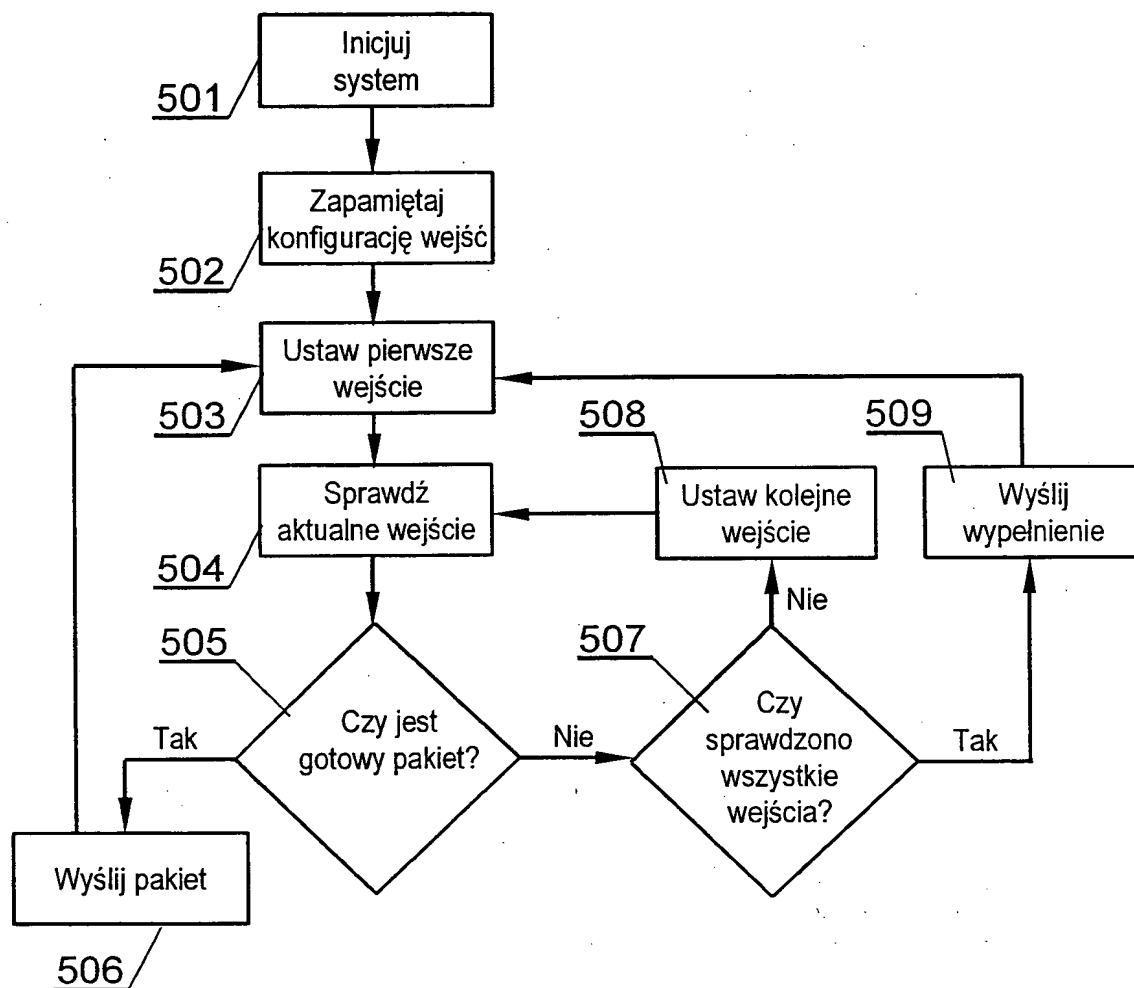


Fig. 5A

6 / 7

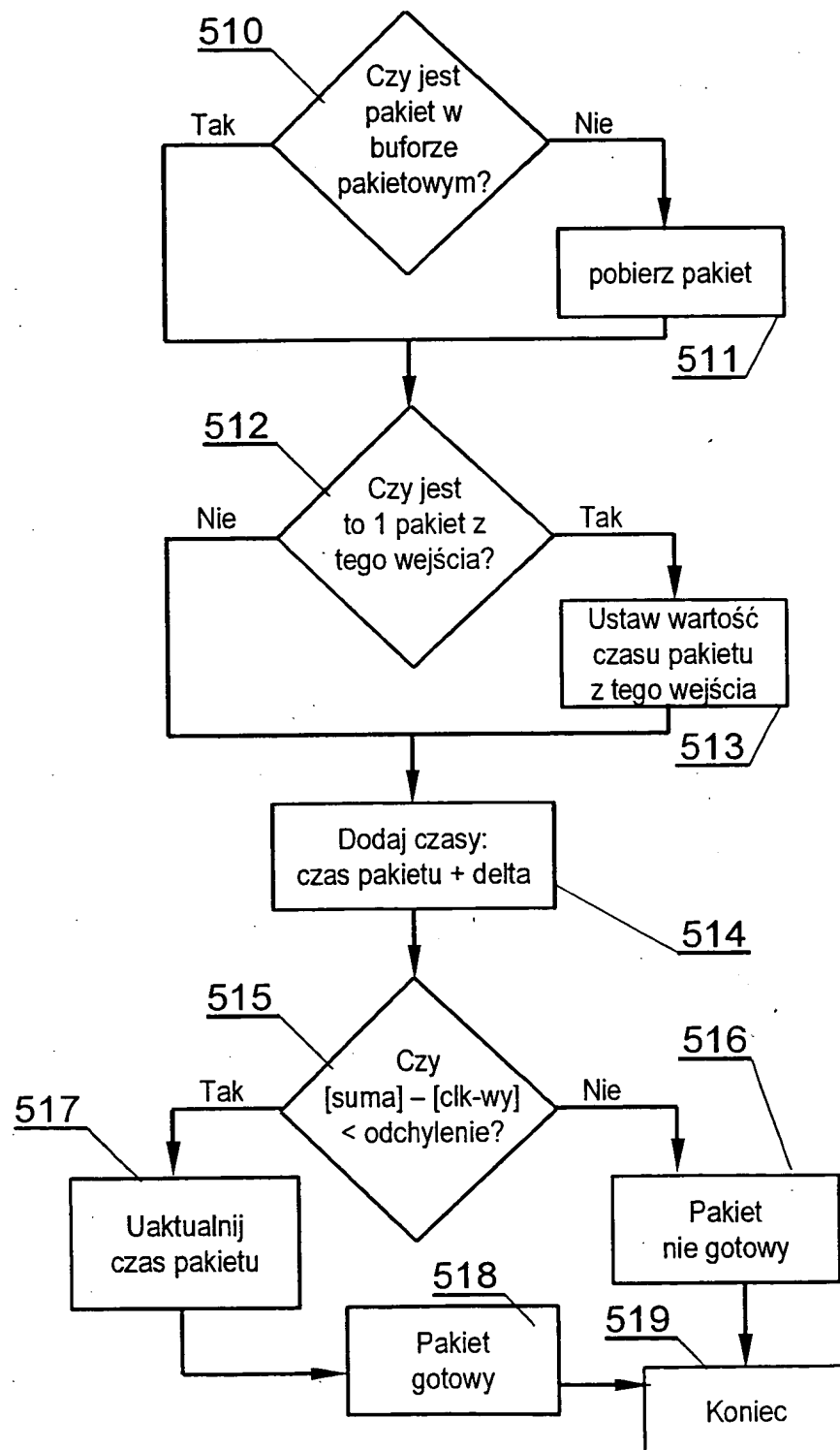


Fig. 5B

7 / 7

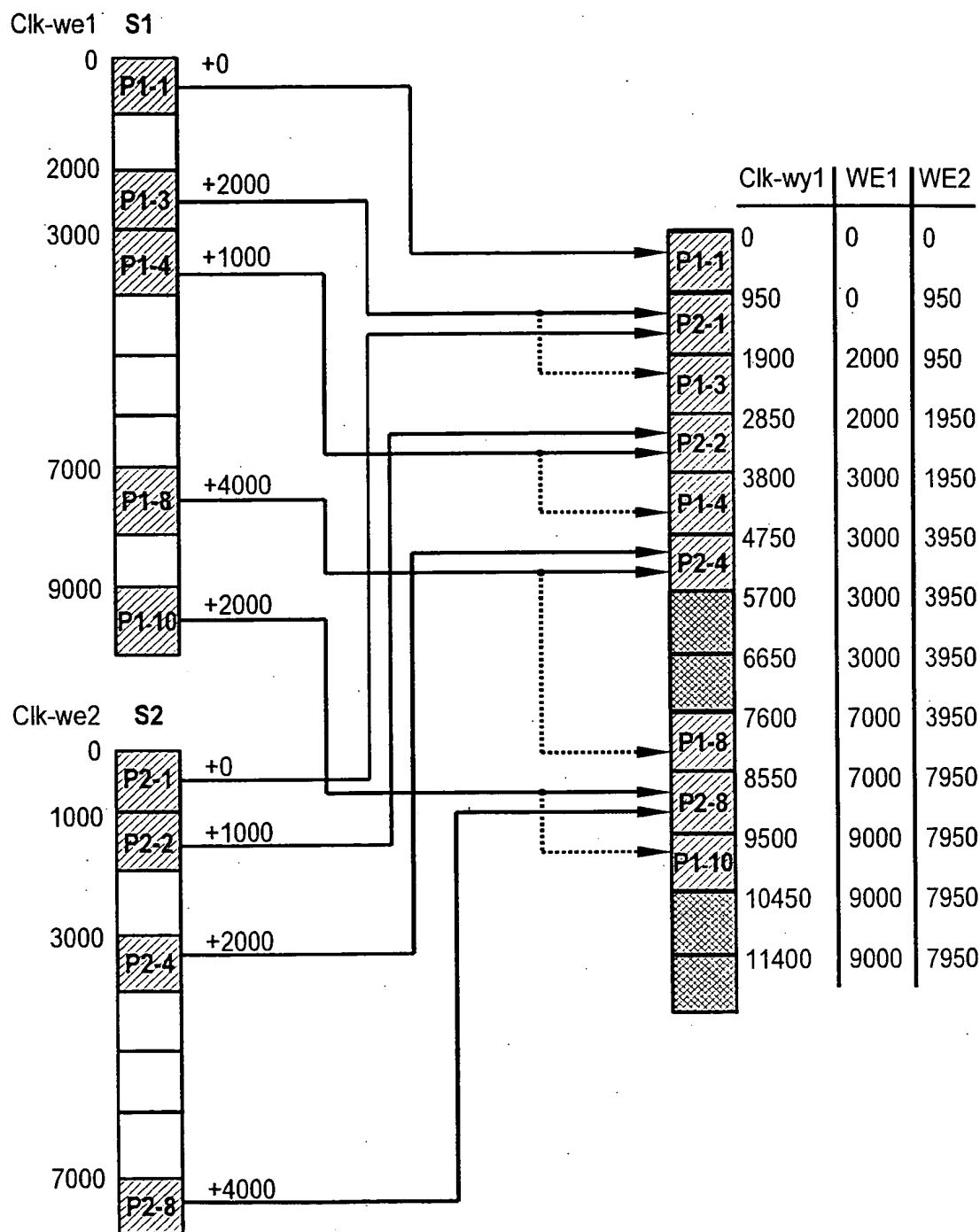


Fig. 6